Steinmann

Praktikum der Süsswasserbiologie

I: Tiere und Pflanzen der fliessenden Gewässer

Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika Band 7

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Biol.
S.

Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika. Band VII

Praktikum der Süßwasserbiologie

I. Teil:

Die Organismen des fließenden Wassers

von

Dr. Paul Steinmann
(Kantonsschule Aarau, Universität Basel)

Mit Beiträgen von
Dr. **R. Siegrist**-Aarau (Phanerogamen und Moose)
und **H. Gams**-Zürich (Kryptogamen excl. Moose)

Mit 118 Abbildungen im Text

230466
14.3.29

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1915

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Copyright, 1915, by Gebrüder Borntraeger in Berlin

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin

Germany

Dem Begründer der Biologie des fließenden Wassers,
meinem verehrten Lehrer

F. Zschokke,

in Dankbarkeit zugeeignet

Vorwort

Das Praktikum der Süßwasserbiologie, dessen erster Teil hier erscheint, will mit keinem der vorhandenen Lehr- und Handbücher konkurrieren. Es soll vielmehr eine Ergänzung dazu bilden, indem es einen in den meisten bisherigen Schriften nur nebenbei berücksichtigten Gesichtspunkt, die Ökologie, in den Vordergrund rückt.

Wer die Süßwasserorganismen aus eigener Anschauung kennen lernen will, ist zunächst genötigt, Exkursionen zu machen. Dabei tritt ihm die Lebewelt nicht systematisch, sondern ökologisch geordnet vor Augen; er lernt Organismengesellschaften kennen. Muß er nun die einzelnen Glieder dieser ihm unbekannten Tier- und Pflanzengesellschaft an verschiedenen Stellen eines Buches oder gar in verschiedenen Werken zusammensuchen, um an ihnen die systematisch wichtigen Merkmale kennen zu lernen, so geht leicht der Blick auf das Ganze, das Interesse an den ökologischen Verhältnissen, an den Konvergenzerscheinungen, verloren. Hier soll das vorliegende Praktikum in die Lücke treten. Allerdings ist es mir nicht gelungen, die ökologische Gruppierung konsequent bis in alle Einzelheiten durchzuführen. Der heutige Stand unserer Kenntnisse verlangt noch manche Einschränkung. Auch aus didaktischen Gründen sah ich mich zu einem Kompromiß veranlaßt. Neben der Ökologie nimmt daher die Systematik immer noch einen gewissen Raum ein: ohne sie ist es kaum möglich, einen Organismus dem Verständnis näherzubringen. Bei der Auswahl der Typen wurde auf die Häufigkeit des Vorkommens und auf das biologische Interesse Rücksicht genommen. Das Praktikum soll die biologisch interessantesten Typen, vor allem die „Leitformen“ der verschiedenen Gewässerkategorien behandeln.

So mag das Buch in erster Linie denen als Ratgeber dienen, die unsere Süßwasserlebewelt an ihren Fundstellen aufsuchen wollen. Es mag ihnen bei der Sichtung des auf Exkursionen gewonnenen Materials behilflich sein und ihnen besonders diejenigen Organismen

näherbringen, die man in jedem Gewässer antrifft, die man aber trotzdem — oder vielleicht eben deswegen — nicht kennt. Manche von ihnen verdienen unser reges Interesse. Vielleicht kann das Praktikum auch den Fischereiexperten und Abwasserbiologen bei der ersten Orientierung eine vorläufige Wegleitung geben. Hauptsächlich aber mag es den Studierenden die Einarbeitung in die Hydrobiologie erleichtern.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinen beiden Mitarbeitern, Dr. Siegrist und Gams, die in zuvorkommender Weise die Ausarbeitung des botanischen Abschnittes übernommen haben und dabei freundlich auf meine Wünsche eingegangen sind, meinen besten Dank auszusprechen. Auch den Herren Philologen Dr. Gessner und Dr. Schneider, die mich bei der Namenerklärung unterstützten, Herrn A. Zuberbühler, Kunstzeichner in Binningen, sowie einigen meiner Schüler, die mir durch Kopieren von Zeichnungen behilflich waren, bin ich zu großem Dank verpflichtet. Zum Schluß möchte ich noch hervorheben, daß der Verlag sich um die Ausstattung des Buches sehr verdient gemacht hat, trotz den ungüstigen Verhältnissen, unter denen der erste Band erscheint.

Aarau, im Juni 1915.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht

Seite

Kapitel I. Einleitung: Das Leben im Süßwasser 1
Physikalisch-chemische Bedingungen in ihrer Wirkung auf Organismen 2
Spezifisches Gewicht, Reibung usw. 2
Temperatur 5
Licht 6
Chemische Eigenschaften 8

Kapitel II. Die Lebensbezirke der rheophilen Organismen 11
Quellen 11
Gebirgsbäche 12
Flüsse 14
Physikalisch-chemische Eigenschaften der fließenden Gewässer 15

Kapitel III. Technik des Studiums der rheophilen Organismen 18
Das Sammeln 18
Der Transport 20
Die Untersuchung 21
Dauerpräparate 22
Kulturen 24

Kapitel IV. Die rheophilen Organismen 28
Rheophile Pflanzen 29
Spaltpflanzen 29
Algen 33
Pilze 47
Flechten 48
Moose 49
Phanerogamen 51
Übersicht der wichtigsten rheophilen Merkmale 66
Rheophile Tiere 71
A. Nereiden: Bewohner toter Substrate, vorwiegend auf Steinen 71
1. Sessile Nereiden 71
Spongien 71
Bryozoen 73
Coelenteraten 75

Seite

2. Mobile Nereiden 76
Würmer 77
Mollusken 81
Crustaceen 86
Hydracarinen 90
Ephemeriden 95
Plecopteren 103
Trichopteren 108
Dipteren 119
Coleopteren 126
Hemipteren 127
B. Phytophile: Bewohner untergetauchter Pflanzen 129
Mollusken 130
Crustaceen 131
Ephemeriden 133
Trichopteren 136
Dipteren 136
Coleopteren 138
C. Limicole: Schlammbewohner fließender Gewässer 141
Würmer 141
Mollusken 144
Insekten 147
D. Tiere der Wasseroberfläche 150
Käfer 150
Wanzen 151
E. Plankton der fließenden Gewässer 152
F. Nekton der fließenden Gewässer 153
Morphologische und physiologische Eigentümlichkeiten der rheophilen Tiere 159
Herkunft der rheophilen Fauna 167
Literaturverzeichnis 170
Übersicht der besprochenen Pflanzen und Tiere in systematischer Gruppierung 173
Sachregister 177

Kapitel I

Einleitung

Das Leben im Süßwasser

Wohl ist die Lebewelt des Süßwassers bei weitem nicht so reich an Formen wie die des Meeres, wohl fehlen eine ganze Reihe interessanter großer Gruppen, die das Meer charakterisieren, in den Binnengewässern völlig, während umgekehrt kaum eine größere Tier- oder Pflanzenabteilung für das süße Wasser charakteristisch ist. Trotzdem aber hat die Biologie des Süßwassers vor der des Meeres wesentliche Vorteile voraus: die Lebensbedingungen sind viel mannigfaltiger und damit in Verbindung gestaltet sich der örtliche und zeitliche Wechsel der Tier- und Pflanzenwelt komplizierter und die Anpassungen an die jeweiligen Lebensverhältnisse treten unmittelbarer zutage als bei den marinen Formen.

Das Meer ist ewig — die Existenz der meisten süßen Gewässer ist zeitlich beschränkt. Im Meer gleichen sich alle Gegensätze aus, das Süßwasser dagegen ist durch große unvermittelte Kontraste ausgezeichnet.

Wie bedeutend sind die Unterschiede der Begriffe, die der Name „Süßwasser" zusammenfaßt. Zwischen der seichten Pfütze, die sich bei Regenwetter bildet und die schon nach wenigen Tagen austrocknet und dem tiefen See, in dessen Abgründen ewiges Dunkel herrscht und dessen Wassermenge im Jahreslauf kaum merkliche Schwankungen erleidet, ist eine gewaltige Kluft; vom moorigen Sumpf bis zum klaren Quellbecken, vom erhitzten Tümpel bis zum Hochgebirgssee, in den der Gletscher abschmilzt, vom träge ziehenden Talstrom bis zum schäumenden Wasserfall ist's jeweilen ein weiter Schritt. Und in alle diese Gewässerkategorien hat sich mit mehr oder weniger Erfolg das Leben Zugang erzwungen.

Es ist eine anziehende und dankbare Aufgabe, zu verfolgen, in welcher Weise die Natur den jeweiligen Schwierigkeiten gerecht

wird, wie die Organismen sich der Eigenart ihrer Wohnorte in Gestalt und Lebensweise anpassen.

Andrerseits ist gerade das Süßwasser mit seinen mannigfaltigen Lebensbedingungen das denkbar günstigste Gebiet für Studien über den örtlichen Wechsel der Pflanzen- und Tiergenossenschaften, über die Verbreitung der Lebewelt, soweit sie durch die Lebensverhältnisse bedingt ist.

Endlich ergeben sich aus solchen ökologisch-geographischen Studien oft weitere Schlüsse auf die Verbreitung der Lebewesen in früherer Zeit, auf die durch den allmählichen Klimawechsel bedingten Änderungen in der Zusammensetzung der Tier- und Pflanzenwelt.

Diesen Umständen entsprechend fallen in den Bereich der Süßwasserbiologie:

I. Studien über die Anpassungen der Organismen an die Bedingungen des Wohnortes.

II. Studien über die biocoenotische Gliederung der Süßwasserorganismenwelt. — Ihre Einteilung nach Wohnbezirken.

III. Untersuchungen über die Geschichte der Süßwasserwesen auf Grund ihrer Verbreitung und ihrer Lebensgewohnheiten.

In dem vorliegenden Praktikum soll der Versuch gemacht werden, die Süßwassergeschöpfe nicht, wie das gewöhnlich geschieht, in systematischer Reihenfolge zu besprechen, sondern sie nach Lebensbezirken zu ordnen und die Organismengesellschaften auf ihre gemeinsamen Züge zu untersuchen.

Bevor wir uns aber dieser Aufgabe zuwenden, haben wir die Haupteigenschaften des Wassers im allgemeinen und des Süßwassers im besonderen in ihrer Beziehung zum Leben kurz zu besprechen.

Physikalisch-chemische Bedingungen des Wassers in ihren Einwirkungen auf die Organismenwelt

Spezifisches Gewicht, Auftrieb, Reibung — Temperatur — Licht — Chemische Zusammensetzung: Gehalt an Kalk — Organischen Stoffen — Sauerstoff

Das Wasser ist schwerer und dichter als die Luft

daher werden sich die Lebensäußerungen, bei denen das Gewicht der Organismen in Frage kommt, anders abspielen als in der Luft.

Die Tragfähigkeit des Wassers übertrifft die der Luft bedeutend, da letztere 775mal leichter ist als das Wasser. Aus diesem Grunde ist ein Schweben im Wasser und ein Aufruhen auf der Oberfläche des Wassers möglich, vorausgesetzt, daß das spezifische Gewicht des Lebewesens gleich oder geringer ist als das des Wassers.

Man hat versucht, das spezifische Gewicht der lebenden Substanz, des Protoplasmas zu bestimmen und hat dabei Werte von 1,02 bis 1,055 erhalten[1]).

Sollten diese Zahlen allgemein gültig sein, so müßten alle Organismen im Wasser niedersinken, wenn sie nicht in irgend einer Form erleichternde Substanzen aufzunehmen imstande sind, die das geringe Übergewicht des Wassers wett machen, oder den Organismus sogar leichter machen als Wasser. Nach diesem hydrostatischen Verhalten könnte man die Organismen einteilen in

Oberflächenbewohner	Spez. Gewicht	kleiner	als	das	des	Wassers
Schwebeorganismen	„ „	gleich	wie	„	„	„
Bodenorganismen	„ „	größer	als	„	„	„

Nun kommt aber außer dem Gewicht auch die Reibung des Wassers in Frage, die allerdings erst dann Bedeutung erlangt, wenn der Körper in Bewegung kommt.

Die einfachste Bewegungsart ist das Sinken. Dieses geht um so langsamer vor sich, je größer die Reibung mit dem Wasser und je geringer das Übergewicht des Körpers im Vergleich zum Wasser ist. Manche Bodenorganismen schnellen sich bisweilen in das freie Wasser empor und sinken dann von selbst wieder zu Boden. Damit nun die Sinkgeschwindigkeit nicht gefährlich wird und der Aufprall am Boden nicht schadet, pflegen die meisten Springer und Schneller im Moment des Niedersinkens den Körper so zu halten, daß die Reibung mit dem Wasser verstärkt, die Sinkgeschwindigkeit somit verringert wird[2]). Zahlreiche Insekten sinken mit breit gespreizten Beinen; ähnliches beobachtet man bei Salamandern *(Triton)* und auch bei Bodenfischen, die ihre paarigen Flossen wie Fallschirme ausbreiten, um so das Sinken zu verlangsamen. Bisweilen treten sogar besondere Organe auf, denen die Aufgabe zu-

[1]) Breßlau, E., Über das spezifische Gewicht des Protoplasmas und die Wimperkraft der Turbellarien und Infusorien. Verhandl. deutsch. zool. Gesellschaft 1913.

[2]) Vergl. mit Heuschrecke.

kommt, die Sinkgeschwindigkeit zu verringern. In diesem Sinne sind wohl die sog. Schwimmhäute einiger Tritonen z. B. *Triton* (Molge) *palmatus* zu deuten sowie die Lappen an den Zehen des Lappenmolches *Triton* (Molge) *lobatus*.

Das Sinken ist nun aber auch ein Faktor, mit dem sehr viele Schwebeorganismen rechnen müssen. Nur eine beschränkte Zahl dieser Geschöpfe besitzt genau das gleiche spezifische Gewicht wie das Wasser. Die meisten sind etwas schwerer und müssen sich daher durch Bewegungen schwebend erhalten. Diesen Organismen wird aber ein gutes Stück ihrer Arbeit abgenommen, wenn durch bestimmte Einrichtungen die Reibung vermehrt, die Sinkgeschwindigkeit daher vermindert wird. In diesem Sinne sind wohl manche der sog. Schwebeeinrichtungen der Planktongeschöpfe zu deuten, die „Formwiderstände", durch welche die Oberfläche der Tiere im Vergleich zum Volumen wesentlich vergrößert wird.

Endlich ist auch für die Oberflächenorganismen, deren Körper spezifisch leichter ist als Wasser, die Reibung von Bedeutung. Wie wohl ein allzu rasches passives Aufsteigen eines Wasserkäfers oder einer Wasserraupe, die ins Wasser eintaucht und dann ihre Schwimmbewegungen aufgibt, gefahrloser ist als ein rasches Sinken, sehen wir doch, wie bei allen diesen Tieren Ruderapparate als Bremsvorrichtungen, „Steigschirme" verwendet werden, die die Steiggeschwindigkeit herabsetzen.

Nun wird aber nicht nur das Sinken und Steigen durch den Reibungswiderstand erschwert, sondern überhaupt jegliche Ortsbewegung. Ein unter Wasser abgegebener Schuß wird lange nicht so weit gehen als ein in der Luft abgegebener und ebenso wird ein Fisch bei gleicher Muskelanstrengung langsamer vorwärts gelangen als ein Vogel. Allein gerade die Dichtigkeit des Wassers, der hohe Widerstand ist umgekehrt für die Ortsbewegung insofern günstig, als ein gegen das Wasser ausgeübter Stoß einen viel kräftigeren Gegenstoß erhält, als das in der Luft der Fall wäre. Das ist auch der Grund, warum die Flugbewegungen viel hastiger erfolgen als die Schwimmbewegungen. Ferner folgt daraus, daß die Schwimmer mit viel kleineren Ruderflächen auskommen als die Flieger. Daß jede Art von Bewegung wie Strömung, Brandung, Wellenschlag mehr zur Geltung kommt als in der Luft, erklärt sich ebenfalls aus der hohen Tragfähigkeit und Dichtigkeit des Wassers.

Auch die Oberflächenspannung des Wassers ist eine Eigenschaft, die sich einzelne Lebewesen zunutze machen, indem sie

deren Energie benutzen, um sich von der Schwerkraft unabhängig zu machen und auf oder unter der Oberfläche zu leben. Dabei sind auch die Kapillarität und Kohäsion mit beteiligt. Ihre Wirksamkeit im einzelnen darzutun, würde uns zu weit führen.

Temperatur

In Mitteleuropa, ja fast im ganzen Erdteil schwankt die Temperatur des Süßwassers zwischen etwa 0° und 30° C.

Sie ist für den Süßwasserbewohner in verschiedener Hinsicht von besonderer Bedeutung:

Durch ihren Einfluß auf den Aggregatzustand des Mediums.

Verdunstung des Wassers führt bei Kleingewässern bisweilen bis zum völligen Austrocknen: sie ist die Folge hoher Lufttemperatur. Gefrieren bis zum Ausfrieren stellt sich umgekehrt bei tiefer Temperatur ein. Mit beiden Möglichkeiten muß die Lebewelt rechnen und wie gut sie das verstanden hat, lehrt die Tatsache, daß es zahlreiche Organismen gibt, welche nur in flachen, jährlich austrocknenden Gewässern lebensfähig sind.

In größeren Gewässern bildet sich auch im kältesten Winter nur eine Decke von Eis, da das Wasser bei 4° C am dichtesten ist und bei weiterer Abkühlung zur Oberfläche hinaufsteigt. So besteht die Möglichkeit, daß das Tier- und Pflanzenleben während der kältesten Zeit nicht stille steht.

Durch ihren Einfluß auf den Stoffwechsel der Einzelorganismen.

Da das Wasser bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Mengen Luft zu lösen vermag, ist die Wärme ein sehr wesentlicher Faktor des Stoffwechsels. Sie ist es aber direkt, indem von ihr alle Lebensvorgänge abhängig sind.

Die meisten Süßwasserorganismen haben eine der Umgebung entsprechende Körpertemperatur, sie sind wechselwarm oder poekilotherm (ποικίλος verschieden; θερμός warm). Das Wasser ändert seine Temperatur viel weniger schnell als die Luft. Wo aber schroffe Temperaturwechsel selten sind, können Vorrichtungen für den Wärmeausgleich, Reguliereinrichtungen, wie schlechte Wärmeleiter, in Wegfall kommen. Daher sind die Süßwassergeschöpfe gegen Temperaturwechsel meist empfindlicher als die Land- und Luftorganismen. Aber auch hier trägt die Natur den

großen Verschiedenheiten der Gewässerkategorien Rechnung, wie sie zum Beispiel zwischen der seichten sonnenbestrahlten Pfütze und der dauernd tief temperierten Quelle bestehen. Trotzdem jede Tier- und Pflanzenart für ihre Lebenstätigkeit ein bestimmtes Temperaturoptimum besitzt, sind die Temperaturgrenzen, innerhalb deren das Leben möglich ist, für verschiedene Wesen ganz verschieden. Manche Wasserformen sind stenotherm (*στενός*, eng; *θερμός*, Wärme), vermögen nur geringe Temperaturschwankungen zu ertragen. Ihnen stehen gegenüber die eurythermen (*εὐρύς*, weit), die in kühlen und warmen Gewässern, meist auch Sommer und Winter zu leben vermögen. Die Stenothermen können je nach der Lage ihres Optimums als thermophil (*θερμός*, Wärme; *φιλεῖν*, lieben) oder wärmeliebende oder psychrophile, kälteliebende Geschöpfe (*ψυχρός*, kalt) unterschieden werden. Sie werden uns als Sommer- oder Winterformen oder als Bewohner warmer oder kalter Gegenden entgegentreten.

Zu hohe wie zu tiefe Temperaturen, meist in Verbindung mit Austrocknung oder Einfrieren rufen Schlafzustände hervor, die in sehr verschiedener Ausbildung als Winterschlaf, Sommerschlaf, Asphyxie (*ἀ*, nicht *σφύξειν* pochen [Puls]), Dauereibildung und Encystierung auftreten können.

Sehr wichtig ist die Wärme auch für die Fortpflanzung, indem sich jede Art meist bei ganz bestimmten Temperaturen vermehrt. Demgemäß unterscheidet man Winter- und Sommerlaicher eventuell auch Frühlings- und Herbstlaicher.

Endlich steht die Entwicklung unter dem Einfluß der Temperatur, indem bei einzelnen Formen sehr deutlich, bei anderen weniger ausgesprochen eine Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Wärme konstatiert werden kann.

Licht

Für Licht ist das Wasser viel weniger durchlässig als die Luft. Schon bei wenigen Dezimetern Tiefe nimmt die Intensität bedeutend ab, wenn sich auch Spuren von Lichtwirkung bisweilen noch in Tiefen von gegen 200 m nachweisen lassen. Durch suspendierte Schlammpartikel, wie auch durch schwebende Mikroorganismen wird die Durchsichtigkeit des Wassers stark herabgemindert.

Für die Chlorophyllpflanzen ist das Licht eine conditio sine qua non. Daher fehlen diese Organismen gänzlich in den unterirdischen Gewässern, sowie in den großen Tiefen der Seen. Sie sind aber als autotrophe (*αὐτός τρέφω*, nährend), sich von anorganischen Stoffen nährende Wesen für alle anderen Geschöpfe von höchster Bedeutung, und die Dunkeltiere wie die Tiefseeformen sind auf sie oder auf ihre Reste ebenso angewiesen wie die chlorophyllfreien, am Licht lebenden Wesen.

Lichtmangel wirkt auf die Pigmentierung der Haut wie auch auf die Ausbildung der Augen: die Tiefen- und Höhlengeschöpfe sind meist weiß, grau oder blaßrot gefärbt und häufig sind ihre Augen reduziert oder ganz zurückgebildet.

Nach Lichtvorliebe oder Lichtbedürfnis lassen sich die Tiere einteilen in

1. photophile Formen (*φῶς* Licht, *φιλεῖν* lieben, *φοβεῖν* fliehen),
2. photophobe Formen,
3. indifferente Formen.

Da der Brechungsindex des Wassers größer ist als der der Luft, eignen sich die für das Sehen in der Luft passenden Augen keineswegs für das Sehen unter Wasser. Im optisch dichteren Medium müssen die lichtbrechenden Hilfsapparate des Auges diesem adäquat sein. Daher wird ein Wassertier, das man an die Luft bringt, kurzsichtig, ein Lufttier, das unter Wasser gesetzt wird, weitsichtig sein. Daraus ergeben sich besonders große Schwierigkeiten für die Organismen, die sich an der Wasseroberfläche aufhalten. Auch hier hat die Natur, wie wir sehen werden, bewundernswürdige Lösungen gefunden.

Endlich seien noch die periodischen Schwankungen des Lichtes erwähnt, wie sie durch den im Tages- und Jahreslauf wechselnden Stand der Sonne und durch die Mondphasen bedingt sind. Daß Sommer und Winter ungleiche Mengen von Lebewesen hervorbringen, ist neben der Temperatur auch dem Lichtunterschied zuzuschreiben. Neuerdings sind auch eigenartige monatliche Schwankungen in der Vermehrung von Organismen festgestellt worden, die vielleicht auf den Wechsel des Mondlichtes zurückgeführt werden müssen. Der Unterschied von Tag und Nacht kann sich natürlich nicht an der Vermehrung fühlbar machen, doch löst er jene eigentümlichen vertikalen Wanderungen des Planktons aus, durch welche die Tiere jeweils zur Nachtzeit die Wasseroberfläche, bei Tag die tieferen Schichten gewinnen. —

Chemische Eigenschaften des Süßwassers

Wiewohl die süßen Gewässer der einzelnen Regionen nicht unbedeutende Verschiedenheiten der chemischen Zusammensetzung zeigen, sind sie doch alle vom Meerwasser durch den geringen Gehalt an gelösten Stoffen sehr verschieden. Das letztere enthält etwa 35 g Salze im Liter gelöst, das Süßwasser nur etwa 0,167 g. Ganz besonders auffällig ist im Süßwasser das Zurücktreten der Chloride, die im Meerwasser eine große Rolle spielen, dafür ist aber das Süßwasser relativ reich an Calciumkarbonat. Allerdings sind gerade in bezug auf diesen Punkt die Gewässer vom geologischen Untergrund sehr abhängig. Der Bach des kalkarmen Urgebirges enthält oft kaum den zehnten Teil des Kalkes, der im Kalkgebirgsbach enthalten ist. Manche Organismen können nun Gewässer von beliebiger Härte bewohnen, andere dagegen sind sehr empfindlich gegen Kalkmangel oder umgekehrt gegen zu hohen Kalkgehalt, der ihren Stoffwechsel beeinflußt. Man kann daher unterscheiden:

1. chalciphile Formen, kalkliebende (*χάλιξ*, Kalk; *φιλεῖν*, lieben),
2. chalciphobe Formen, kalkfeindliche (*φοβεῖν*, fliehen),
3. indifferente Formen.

Wo durch Auslaugung von Salzlagern oder durch starke Verdunstung der Gehalt an Chloriden, speziell Kochsalz erhöht wird, treten ebenfalls einige besondere Leitformen auf, während die Mehrzahl der echten Süßwassertiere schwindet; man hat auseinanderzuhalten:

Euryhaline Formen, die verschiedenen Salzgehalt ertragen, und

stenohaline, gegen Änderung des Salzgehaltes empfindliche Formen. — *εὐρύς*, weit; *στενός*, eng. *ἅλς*, Meer, Salz. —

Was die im Wasser enthaltenen Gase anbelangt, so kommen als für das Leben disponibel natürlich nur die in Betracht, welche nicht chemisch gebunden sind.

Ein Liter Wasser enthält nur etwa 20—35 ccm Luftgase. Darin ist allerdings der für das Leben in erster Linie wichtige Sauerstoff nicht im gleichen Verhältnis zum Stickstoff enthalten

wie in der atmosphärischen Luft. Da sich der Stickstoff im Wasser etwas schwerer löst als der Sauerstoff, ist der letztere im Wasser relativ stärker vertreten, als zu erwarten wäre.

Luft aus Wasser durch Kochen ausgetrieben enthält

	2 Teile Stickstoff,	1 Teil Sauerstoff
atmosphärische Luft .	3 „	„ 1 „ „

Diese für das Leben relativ günstige Luft ist nun in sehr wechselnder Menge im Wasser vorhanden. Der Luftgehalt hängt ab von verschiedenen Faktoren, z. B. von der Temperatur, dem Luftdruck, dem Gehalt an organischen Stoffen und auch an Organismen, von der Wasserbewegung.

Bei einer bestimmten Temperatur kann jeweils nur eine gewisse Menge Luft aufgenommen werden, und wenn dies eingetreten ist, nennt man das Wasser gesättigt.

Bei lebhaft bewegten Gewässern, wie Bergbächen, deren Wasser gesättigt ist, enthält ein Liter Wasser bei normalem Luftdruck und

bei	0° C	9,6 ccm Sauerstoff
bei +	5° C	8,6 „ „
bei +	10° C	7,6 „ „
bei +	15° C	6,8 „ „
bei +	20° C	6,2 „ „

Im stehenden und langsam bewegten Wasser stellt sich meist das Verhältnis noch viel ungünstiger, indem der Luftdruck unter normal sinken, die Temperatur über 20° steigen kann, und da außerdem die Organismen manchmal mehr Sauerstoff brauchen, als durch Eindiffundieren von der Oberfläche ersetzt werden kann. Ganz besonders aber wird der Sauerstoff durch die vielen organischen festen oder flüssigen Stoffe aufgezehrt, die im Wasser oxydiert werden: die Exkretionsprodukte und Kotstoffe der Organismen, abgestorbene Tiere und Pflanzen sowie verschiedene Verunreinigungen. Während z. B. das Themsewasser oberhalb London im Liter 7,4 ccm Sauerstoff enthält, stellt sich unterhalb der Einmündung des städtischen Abwassers der Sauerstoffgehalt nur noch auf 0,25 ccm, und ähnliche Verhältnisse sind bei verschiedenen Flüssen ermittelt worden.

Das Sauerstoffbedürfnis ist bei verschiedenen Organismen sehr ungleich, manche ersticken schon in Wasser, in dem andere noch längere Zeit leben können. Wenig empfindlich gegen Sauerstoffmangel sind viele Schlammbewohner und Abwasserorganismen.

Wiewohl das Wasser große Mengen von Kohlensäure lösen kann, absorbiert es aus der Luft nur eine geringe Quantität, 0,3 bis 0,5 ccm pro Liter. Dieses Gas bildet gleichwohl die Hauptquelle der Ernährung aller Chlorophyllpflanzen und damit indirekt einer großen Zahl von Tieren.

Eine andere, in ihrer Bedeutung zurzeit noch nicht abgeklärte Nahrungsquelle bilden die im Wasser gelösten organischen Stoffe, welche von manchen niederen, aber wahrscheinlich auch von vielen höheren Tieren und Pflanzen einverleibt werden können.

Die organischen Substanzen können aber das Wasser und damit den Charakter seiner Fauna wesentlich verändern, wenn sie in Fäulnis übergehen. Durch diesen Prozeß können giftige Gärungsgase entstehen, welche die meisten Organismen zugrunde richten (Schwefelwasserstoff, Methan u. a.). Gleichzeitig wird der Sauerstoffgehalt auf ein Minimum reduziert. Auch ein solches hochgradig verunreinigtes Gewässer zeigt seine Leitformen, die als sapropelische (σαπρός faul; πελεῖν sein) Lebewelt bezeichnet werden. (Saprobien = Fäulnisorganismen, βιοῦν leben. Saprophyten, Saprozoen, saprophil usw.)

Ihnen stellt man die Reinwasserlebewelt unter dem Namen Catharobien (καθαρός rein) gegenüber.

Unter den Saprobien unterscheidet man je nach der Empfindlichkeit gegen Verschmutzung:

Polysaprobien, sehr ausgesprochene Schmutzwasserformen (πολύς viel),

Mesosaprobien, ausgesprochene Schmutzwasserformen (μέσος mittel),

Oligosaprobien, weniger ausgesprochene Schmutzwasserformen (ὀλίγος wenig).

Kapitel II

Die Lebensbezirke der rheophilen Organismen

Das fließende Wasser

Als „fließend" haben wir jedes durch die Wirkung der Schwerkraft ständig bewegte Gewässer zu bezeichnen, im Gegensatz zu den höchstens durch wechselnde äußere Einwirkungen, wie Wind und Temperatur, bewegten oder ganz ruhenden sog. stehenden Gewässern. Streng genommen sind nur die abflußlosen Gewässer stehend, da in den übrigen ein kontinuierlicher Wasserwechsel stattfindet. Wenn aber die Menge des zu- und abfließenden Wassers im Vergleich zum Rauminhalt sehr gering ist, so haben wir das Gewässer trotzdem als stehend aufzufassen. Allerdings kann es Fälle geben (seeartige Erweiterung von Flußläufen, wie der Lac des Brenets am Doubs u. a.), in denen ein Entscheid über die Zugehörigkeit zum fließenden oder stehenden Gewässertypus schwierig ist. Auch schwach bewegte sumpfige Wassergräben können nicht immer mit Sicherheit als stehend oder fließend bezeichnet werden.

Die fließenden Gewässer können je nach Wasserreichtum und Strömungsgeschwindigkeit in mehrere durch kontinuierliche Übergänge verbundene Kategorien eingeteilt werden: Quellen, Quellrinnsale, Bäche, Flüsse, Ströme.

Quellen

Als Quelle ist der Ort zu bezeichnen, an welchem Wasser aus dem Erdboden tritt. Man unterscheidet mit Rücksicht auf biologische Verhältnisse:

I. Limnokrenen (*λίμνος* Sumpf, *κρήνη* Quelle), Tümpelquellen oder solche beckenartige Quellen, die von unten her mit Wasser

gefüllt werden. Durch Überlaufen bildet sich der Quellbach. Die Limnokrenen haben meist einen schlammigen oder sandigen Untergrund und bisweilen reichlichen Pflanzenwuchs.

2. Rheokrenen (ῥέειν fließen), Sturzquellen, die durch sturzartigen Austritt des Wassers charakterisiert sind. Der Ausfluß erfolgt auf wagerechtem oder fallendem Horizont, und das Wasser eilt sofort mit stärkerem oder schwächerem Gefälle zu Tal. Daher werden alle feineren Sinkstoffe mitgerissen, und der Untergrund ist grobsandig oder steinig, meist auch pflanzenarm.

Limnokrenen und Rheokrenen sind durch Übergänge miteinander verbunden, von denen die Sicker- oder Rinnquellen besondere Erwähnung verdienen, weil sie ausgesprochene Beziehungen zu den halbterrestrischen Lebensbezirken zeigen. Feuchte Stellen im Wald, sehr nasse Moosrasen, tropfendes Wurzelwerk gehören in diese Kategorie.

Quellrinnsale. An manche Quellen schließen sich direkt Bäche, bisweilen sogar stattliche Flüsse an. Andere aber sind so wasserarm, daß die von ihnen gespeisten Wasseradern den Namen Bach noch nicht verdienen, sie werden daher als Quellrinnsale bezeichnet. Oft verlieren sie sich zunächst unter moosbedeckte Steine und Geäst von dürrem Holz, so daß es schwer fällt, eine offene, wirklich strömende Partie des Rinnsals zu Gesicht zu bekommen. Erst weiter talwärts sammeln sich die unscheinbaren Wässerchen, bilden eine Erosionsrinne und nehmen den Charakter eines Baches an.

Gebirgsbäche

sind kleinere, meist rasch fließende Gewässer der Gebirge. Wir unterscheiden:

I. Hochgebirgsbach mit starkem Gefälle und rasch wechselnder Geröllführung. Die Temperatur ist meist sehr tief und konstant (Schmelzwasser von Firn- und Gletschereis). Die eigentlichen Gletscherabflüsse ausgenommen, sind die Hochgebirgsbäche durch Inkonstanz der Wasserführung ausgezeichnet. Alle können zeitweilig oder dauernd große Mengen suspendierter Gesteinstrümmer führen. Der Pflanzenwuchs fehlt fast ganz. Bezieht der Hochgebirgsbach sein Wasser nicht oder nur teilweise von abschmelzenden Schnee- und Eismassen, sondern aus Quellen der Alpweiden, so nähert er sich in seinem Charakter dem Mittelgebirgsbach.

2. Mittelgebirgsbach. Gefälle durchschnittlich geringer als beim Hochgebirgsbach. Die Geröllführung wechselt weniger schnell, d. h. die Steine des Bachbettes behalten ihre Lage länger als im Hochgebirge. Demgemäß ist die Menge der suspendierten Stoffe geringer. Die Temperatur ist meist höher, die Wasserführung konstanter. Auch im Mittelgebirge können gelegentlich Gewässer auftreten, die den echten Hochgebirgsbächen nahe kommen.

An einem typischen Mittelgebirgsbach kann man von oben nach unten Regionen unterscheiden, die am besten nach den in ihnen lebenden Fischen benannt werden.

a) Forellenbach schließt sich direkt an die Quellen und Quellrinnsale an, natürlich ohne scharfe Grenze. Die stärkere Wasserführung, durch das Zusammenmünden mehrerer Quellrinnsale bedingt, hat eine Vertiefung des Bachbettes zur Folge, das daher in seine Umgebung eingeschnitten erscheint. Bei mittlerem Wasserstand ragen manche Steine des Bachbettes über die Wasserfläche empor, so daß die Strömung sehr ungleichmäßig ist. Gegenströmungen, Wirbel, kleine Wasserstürze und unter ihnen Auswaschbecken, Erosionstöpfe sind häufig.

Die Temperatur ist von der der Quellregion nur wenig verschieden, wechselt aber in Abhängigkeit von der Lufttemperatur um so schneller, je mehr sich der Bach von der Quelle entfernt.

Weiter talwärts nimmt dann der Forellenbach erst streckenweise, dann mehr und mehr durchgreifend den Charakter der Äschenregion an, wiewohl auch in diesen Partien Forellen noch sehr häufig sind.

b) Äschenbach. Gelangt das Gewässer in sanft abfallendes Gelände, so tritt infolge der verminderten Strömungsgeschwindigkeit Horizontalerosion und Serpentinenbildung auf. An den Krümmungsstellen bilden sich tiefe Kolkbecken, oft wird sogar das Ufer unterspült. Zusammengetriebenes Holz und das Wurzelwerk der immer stärker entwickelten Uferbäume und Ufersträucher bewirken Stauungen, es entstehen stille Buchten, an deren Grund sich Sand und Schlamm ablagert: Mehr und mehr gewinnt das Gewässer das Aussehen eines Flusses. Die größere Wassermenge und die verzögerte Strömungsgeschwindigkeit haben größere Durchschnittstiefe zur Folge. Die Steine des Bachbettes kommen nur noch bei Niederwasser zum Vorschein. Wasserstürze, Wirbel und Erosionstöpfe sind selten zu finden. Im Laufe des Jahres wechselt die Wassertemperatur in immer weiteren Grenzen und ändert sich oft in kurzer Zeit.

Ein solches Gewässer mag als Äschenbach bezeichnet werden unbekümmert darum, ob der im Namen genannte Charakterfisch wirklich vorkommt oder nicht.

Flüsse

Im Tal schließt sich an den Hochgebirgs- wie an den Mittelgebirgsbach der

Barbenfluß. Zusammenfluß mehrerer Äschenbäche vermehrt die Wassermenge so, daß bei mittlerem Wasserstand auf weite Strecken ein einheitlicher Flußspiegel entsteht. Die Gerölle, Blöcke und Schwellen des Untergrundes geben sich nicht mehr an der Oberfläche durch Stürze und Schaumbildung zu erkennen, abgesehen von gelegentlichen Stromschnellen. Dagegen ist der Barbenfluß durch das bekannte „Aufkochen" der ziehenden Wassermassen charakterisiert, durch die vertikalen Wirbel, durch welche die aufgetriebenen Wassermassen nicht wesentlich über den Flußspiegel emporgehoben werden. Sie breiten sich vielmehr im Oberflächenwasser horizontal aus. Bei starker Serpentinenbildung prägt sich der Unterschied zwischen dem flachen, konvexen Sedimentationsufer und dem tiefen, konkaven Erosionsufer deutlich aus.

Bei Niederwasser kann sich der Barbenfluß dem Äschenbach nähern.

Brachsenfluß. Mit diesem Namen können in Europa alle großen, trägfließenden Gewässer der Ebene bis zum Meere hin bezeichnet werden. Sie strömen meist gleichmäßig in tiefen Rinnen, bilden nur an den Krümmungen Geröll- und Sandbänke und lagern, besonders in den stillen Buchten, große Mengen von Sand und Schlamm ab. Ihr Lauf ist meist durch Menschenhand geregelt. Dammbauten, Ausschaltung der Altwasser und Regulierung der Strömung haben das frühere Flußbett längst verschwinden gemacht. Die Temperatur paßt sich in den untersten Flußabschnitten der Luftwärme an. Durch die langsame Strömung wird eine Klärung des Wassers durch Sedimentation ermöglicht, sofern nicht die vielen industriellen Abwässer ihrerseits Trübung und ausgedehnte Verschmutzung hervorrufen.

Talbäche. Aus den im Tal oder in der Ebene entspringenden Quellen, die oft Sumpfcharakter zeigen, entwickeln sich langsam

fließende Talbäche, die oft schon als Wassergräben bezeichnet werden können. Sie bilden Übergänge zwischen dem stehenden und fließenden Wassertypus.

Physikalisch-chemische Eigenschaften der fließenden Gewässer

Weitaus der wichtigste Faktor ist die Wasserbewegung. Sie schließt von vornherein eine große Zahl von Organismen vom Leben im fließenden Wasser aus. Plankton vor allem, tierisches und pflanzliches, wird man im raschbewegten Wasser höchstens zufällig verschwemmt antreffen. In ruhigen Buchten kann es eine gewisse Rolle spielen. In langsam strömenden Brachsenflüssen tritt sogar ein Potamoplankton auf. Die überwiegende Mehrzahl der rheophilen Organismen aber ist bodenbewohnend, einige wenige leben an und auf der Oberfläche des Wassers. Während in großen Wasserläufen mit gleichmäßiger Rinne die Strömung im ganzen horizontal wirkt, ist sie im kleinen raschfließenden Bach nach den verschiedensten Richtungen tätig, bald drängt sie mitschwimmende Körper zu Boden, bald spült sie sie nach oben. Mit dieser Tatsache müssen vor allem die Gebirgsbachformen rechnen, die dem Losgerissen- und Weggespültwerden ständig ausgesetzt sind.

Die biologische Bedeutung der Temperatur fließender Gewässer liegt in folgenden Punkten:

Die Schlammführung ist von der Wasserwärme abhängig. Kälteres und infolgedessen dichteres Wasser vermag mehr Schlammteilchen suspendiert zu erhalten als wärmeres. Dabei gilt nach Penk das Gesetz, daß das Niedersinken schwebender Partikel bei 23° C doppelt so rasch erfolgt als bei 0°.

Der Reibungskoeffizient beträgt nämlich für

0,2°	0,01858
10°	0,01317
20°	0,01002
30°	0,00800

Daraus ergibt sich, daß bei wärmeren Flüssen größere Wassergeschwindigkeiten nötig sind, um die Sinkstoffe in der Schwebe zu erhalten, als in kälteren (Gletschermilch). Der Reibungskoeffizient übt seinen Einfluß auch auf die Strömungsgeschwindigkeit aus, und zwar gilt für die Temperaturen zwischen 4° und 20°, daß sich für je einen Grad Temperaturzunahme die Geschwindigkeit

um 0,5 % erhöht (Unwin). Somit ist bei gleichbleibender Wassermenge die Temperatur für den Wasserstand von Bedeutung. Endlich ist auch der Betrag der Verdunstung sowie die Lösungsfähigkeit des Wassers von der Wärme abhängig.

Konstant temperierte (stenotherme) Gewässer sind daher auch in ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften geringen Schwankungen unterworfen.

Auffälligerweise findet die Abkühlung relativ warmen Quellwassers durch die winterliche Lufttemperatur viel rascher statt als die Erwärmung durch die warme Luft des Sommers.

Die folgende Tabelle, die als Beispiel einer Temperaturzusammenstellung hier Platz finden mag, illustriert diese Verhältnisse.

Temperatur der Ach, der Luft und einer Quelle zu Memmingen (nach Forster)[1]).

Monatsmittel der täglichen Minimaltemperaturen.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Lufttemperatur . .	— 2,8	— 3,6	0,5	9,3	12,9	13,9	17,6	17,0	14,9	8,8	3,6	— 1,0	7,6
Temperatur d. Ach	2,2	2,1	2,4	6,35	8,2	9,0	10,6	10,7	9,5	6,3	5,55	3,2	6,3
Temp. der Quelle .	8,4	7,8	7,2	7,1	7,9	8,7	9,4	10,5	11,2	11,1	10,5	9,3	9,1

Schwankungsamplitude: Ach 8,6, Quelle 4,4.

Im kältesten Monat ist also die Ach 5,7°, die Quelle 11,4° wärmer als die Luft, während im wärmsten Monat die Temperatur der Ach um 7°, die der Quelle um 8.2° niedriger ist als die Lufttemperatur.

Um einen Begriff zu geben von den Temperaturschwankungen, die die verschiedenen Gewässerarten im Laufe des Jahres zeigen, sollen hier einige Schwankungsamplituden ihren Platz finden.

---

[1]) In dieser Zusammenstellung sind die täglichen Minimumtemperaturen verwendet. Ach und Quelle entspringen unter gleichen Verhältnissen als zutage tretendes Grundwasser. Die Achtemperaturen wurden bei 3 km Entfernung von der Quelle registriert.

	Amplitude
Gletscherabfluß	0—1°
Hochgebirgsquellen, Rheokrenen	1—6°
Schwarzwald, Jura usw., Limnokrenen der Ebene	bis 12°
Quellen des Sauerlandes	ca. 11°
Oberste Bachabschnitte	ca. 8—10°
Untere Partie des Forellenbaches	ca. 15° und mehr
Barbenfluß	ca. 19°
Brachsenfluß	ca. 24°

Die meisten fließenden Gewässer sind relativ seicht, so daß das Licht bis zum Grund eindringen kann. In größeren Flüssen mag die Flußsohle sehr schwach belichtet werden. Wahrscheinlich leben in dieser Zone manche Organismen, die aber bis jetzt nur mangelhaft bekannt sind. Dagegen weiß man, daß zahlreiche Uferformen lichtscheu sind und sich an der Unterseite von Steinen aufhalten. Infolge der Dachziegelstruktur des Gerölles bietet ein fließendes Gewässer solche Schlupfwinkel in Menge.

Chemisch ist das fließende Wasser meist durch hohen Sauerstoffgehalt ausgezeichnet. In einem raschbewegten Bach oder Fluß ist das Wasser fast immer luftgesättigt. Solange diese Gewässer nicht durch Unrat verunreinigt werden, sind sie arm an gelösten organischen Substanzen. Hiervon machen die Moorabflüsse und Waldquellen mit reichlich faulenden Blättern eine bemerkenswerte Ausnahme. Der Gehalt an gelösten Salzen ist bei verschiedenen Gewässern sehr ungleich und hängt ab von der petrographischen Beschaffenheit des durchflossenen Geländes.

Kapitel III

Technik des Studiums der rheophilen Organismen

Wir beschränken uns hier auf einige Winke und verweisen auf die Spezialliteratur.

I. Das Sammeln

Als Universalinstrument ist ein Stock mit abschraubbarer Metallspitze zu empfehlen, die durch mehrere kleine Instrumentchen ersetzt werden kann. Der Stock kann als Spazierstock oder Bergstock verwendet werden, er läßt sich in ein paar Augenblicken zum Rechen, Handnetz und Kratzer umwandeln. Eventuell kann ein Verlängerungsstück statt der Spitze angeschraubt und dadurch die Länge des Rechen- oder Netzstieles vergrößert werden.

Die Fig. 1—3 zeigen die verschiedenen, in Betracht kommenden Instrumentchen.

Der Rechen (Fig. 2), ein kleiner aber kräftiger Metallrechen dient zum Sammeln von untergetauchten Phanerogamen, die von den Rechenzähnen gepackt und büschelweise losgerissen werden. Er kann auch zum Einsammeln von Wassermoosen verwendet werden.

Das Handnetzchen, dessen Bügel verschieden geformt sein kann, soll nicht zu groß sein, in stark strömendem Wasser würde es sonst zu viel Widerstand bieten und könnte infolgedessen nur mangelhaft gehandhabt werden. Auch kleine Netzchen sind in Flüssen und Bächen bisweilen schwer zu führen. Mit dem Handnetz werden Wasserkräuter abgestreift, um die dazwischen oder an ihnen lebenden Organismen zu fangen. Die Maschenweite muß den zu fangenden Objekten angemessen sein. Es ist von Vorteil, zwei oder mehrere Netzchen bei der Hand zu haben, mindestens eines mit groben und eines mit feinen Maschen. Als Netzstoff eignet sich gute Griesgaze; die Befestigung am Bügel geschieht

nicht direkt, sondern unter Vermittelung eines Streifens starker Leinwand, an welchen das Gazenetz festgenäht wird. Letzteres lasse man in eine Spitze auslaufen.

Zum Abkratzen von Algen und Moosen von Steinen dient der Kratzer (Fig. 3), dessen Bügel die Form eines gleichschenkligen

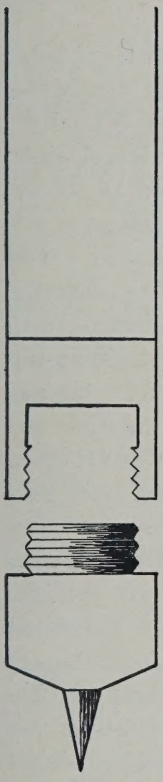


Fig. 1. Stock (nach Ehrler) mit abschraubbarer Spitze; das Schraubengewinde kann auch umgekehrt am Stock positiv, an der Spitze negativ sein.

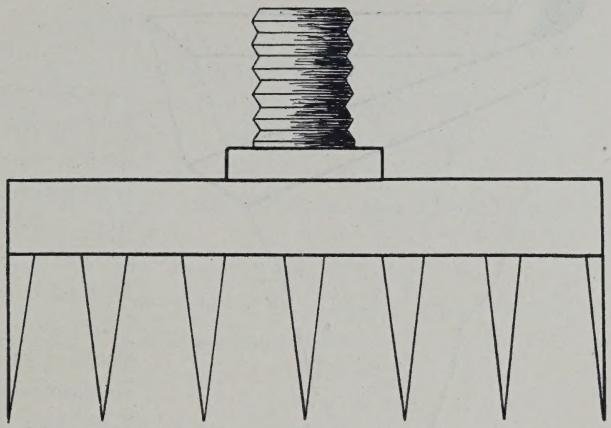


Fig. 2. Der Rechen.

Dreiecks besitzt. Er muß widerstandsfähig sein, soll aus einem harten, nicht rostenden Metall bestehen und nach außen einen zugeschärften Rand besitzen. An den Bügel schließt sich ein Leinwandstreifen und an diesen ein kleines konisches nicht zu tiefes Gazenetzchen.

Noch wichtiger als diese Fangapparate sind meist die Utensilien zum Ablesen der Tiere von den Steinen, die dem Gewässer von Hand entnommen worden sind: eine spitze Pinzette, ein Spatel und ein paar kleine Pinsel. Ein Gürtel mit Behältern für einige Tuben ist ganz besonders bei Höhlentouren und Gebirgswanderungen zu empfehlen, damit die Sammelgefäße stets bei der Hand sind und damit die Hände für andere Aufgaben, als für das Festhalten des Sammelglases Verwendung finden können.

Gilt es, stenotherme Organismen in lebendem Zustand zu sammeln, so benutzt man als Sammelglas eine weithalsige, etwa

1/2 Liter fassende Flasche, die an einem Band um den Hals gehängt werden kann. Während man mit der einen Hand den Stein, mit der anderen Pinzette, Spatel oder Pinsel hält, baumelt das offene Gefäß frei am Hals und kann daher die gesammelten Tierchen sofort aufnehmen.

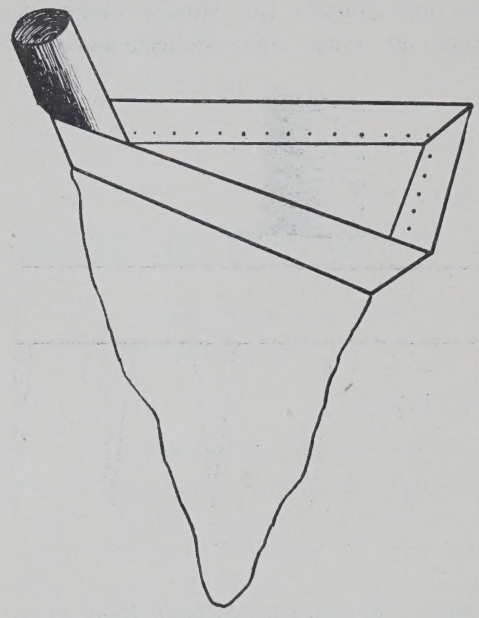


Fig. 3. Der Kratzer.

Thienemann empfiehlt zum Einsammeln von Moosbewohnern einen Käscher, dessen eiserner Bügel einen Durchmesser von 15 cm besitzt. Der Netzbeutel, aus gröberer Seidengaze (etwa 30 Faden auf 1 cm) läßt die feineren Schlammteilchen durch, hält aber die kleinsten Bachmilben zurück. „In das Netz läßt sich ein Sieb einsetzen. Dieses Sieb hat einen dünnen Drahtring von gleichem Durchmesser wie der Netzbügel; von dem Ring geht ein gerades Drahtstück ab von etwa 15—20 cm Länge, das als Griff oder Handhabe dient. An dem Ring ist ein Sack aus starker Leinwand befestigt, dessen Boden von einem runden Stück Messingdrahtgaze gebildet wird. Während der Netzbeutel etwa 25 cm lang ist, beträgt die Länge des Siebbeutels nur 15 cm. Der Durchmesser des Drahtgazekreises ist etwas kleiner als der des Netzbügels, damit sich das Sieb bequem in das Netz einsetzen läßt. Die Seitenlänge der viereckigen Maschen des Drahtsiebes beträgt 1,5 mm. Man bringt kleine Portionen der von den Steinen abgerissenen Moosbüsche in das in das Netz eingesetzte Sieb und spült das Moos kräftig aus, nimmt das Sieb aus dem Netz und spült den Netzrückstand in ein Glas mit weitem Hals ab.“

II. Der Transport

Er geschieht

a) in lebendem Zustand in nicht zu kleinen Gefäßen. Man hüte sich, gefräßige Tiere mit anderen zusammen zu transportieren.

Auch sehr zarte Organismen müssen isoliert werden. Für stenotherme Tiere empfiehlt sich ein Gefäß mit Isoliervorrichtungen. Eventuell genügt die Einhüllung in ein Tuch. Sicherer wirken die sog. Thermosflaschen mit doppelten Glaswandungen, wie sie zum Heiß- oder Kalthalten der Getränke auf Touren gebräuchlich sind.

b) in konserviertem Zustand. Es soll nur in dringenden Fällen an der Fangstelle konserviert werden und wenn sofortige Konservierung nötig ist, so wende man die größte Sorgfalt an.

Besonders hüte man sich vor Alkoholschrumpfungen, wie sie bei plötzlichem Konzentrationswechsel niederer Alkoholstufen eintreten. Kleine Objekte werden am besten in eine große Quantität absoluten Alkohol übergeführt.

Am bequemsten ist die Formolkonservierung, die aber für manche Objekte nicht zu empfehlen ist. Spezialkonservierungen nehme man in der Regel erst zu Hause vor.

III. Die Untersuchung

kleinerer Objekte beginnt, indem man das lebende Objekt in einer Uhrschale oder einem andern, entsprechenden Gefäß mit Lupe oder Mikroskop beobachtet. Hierauf wird es je nach Umständen zwischen

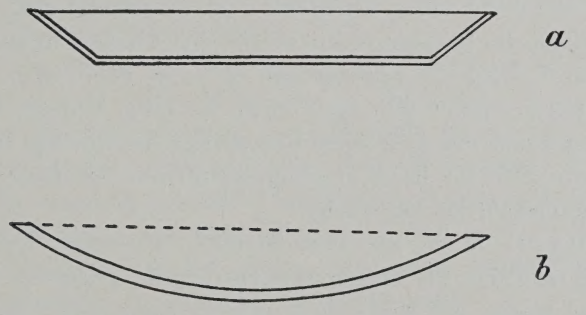


Fig. 4.

Objektträger und Deckglas gebracht, eventuell betäubt oder gequetscht und schließlich als Totalpräparat, gefärbt oder ungefärbt montiert.

Die Ausrüstung für die mikroskopische Untersuchung besteht in der Regel aus:

1. Einem Satz von Uhrschalen. Einige dieser Gläser sollen einen größeren flachen Boden haben (Fig. 4*a*), damit die Objekte auf dem Mikroskoptisch lebend untersucht werden können. Andere sollen umgekehrt (Fig. 4*b*) gleichmäßig konkav sein, damit die in ihnen enthaltenen Objekte durch Schütteln an der tiefsten Stelle besammelt werden können.
2. Mehrere Pipetten mit Gummihütchen.
3. Pinzetten aus Horn und Metall.
4. In Holz gefaßte Nadeln mit und ohne Lanzettspitze.

Der Gebrauch des Mikroskops wird hier als bekannt vorausgesetzt.

Die Isolierung kleiner Objekte geschieht mit Hilfe der Pipetten, von denen man ein Sortiment von verschiedenen Öffnungsweiten bereit halte.

Für gewisse Zwecke ist die „feuchte Kammer“ zu empfehlen, das ist ein Objektträger mit einem runden Ausschliff. Das Wasser mit dem Objekt wird mit Hilfe der Pipette auf das Deckglas gegeben, welches mit dem Tropfen nach unten so auf den Objektträger gelegt wird, daß der Tropfen gegen den Ausschliff hinunterhängt.

IV. Dauerpräparate

Fixierung.

Hat man die Absicht, ein Dauerpräparat herzustellen, so fixiert man mit einem der bekannten Mittel (Formol, Alkohol, Sublimat usw.).

Formol wird in 4prozentiger Lösung verwendet; es tötet ziemlich rasch, eignet sich aber nicht für jedes Objekt. Man entfernt das Formol durch Wasser und bringt die Objekte in Alkohol.

Alkohol ist als Konservierungsmittel nur für nicht schrumpfende Organismen zu verwenden.

Sublimat. Wird als konzentrierte wässerige Lösung kalt oder heiß auf das zu konservierende Objekt gegossen und tötet meist sehr rasch. Es wirkt noch besser, wenn man etwas Essigsäure (ein paar Tropfen Eisessig auf 10 g Sublimatlösung) zusetzt. Für Insekten und Kruster wird auch Sublimatalkohol empfohlen: 70prozentiger Alkohol 2 Teile, Wasser 1 Teil, 6prozentige Sublimatlösung 1 Teil. Alle Sublimatgemische müssen in Alkohol ausgewaschen werden, dem man tropfenweise Jodtinktur oder Jodjodkaliumlösung zusetzt. Hierdurch werden die Sublimatkristalle, die sich in den Geweben gebildet haben, entfernt und gleichzeitig

schwindet die vom Jod hervorgerufene Gelbfärbung. Erst wenn eine Entfärbung des Jodes nicht mehr eintritt, ist das Sublimat gänzlich gewichen und nun kann das Objekt in reinen Alkohol übergeführt werden. Andere Konservierungsmittel sind meist nur für besondere Zwecke zu empfehlen. Müssen die Objekte nicht gefärbt werden, so genügt in der Regel Formol- oder Alkoholkonservierung.

Herstellung des Totalpräparates.

Glyzerin-Gelatine. Aus Wasser oder schwachem Alkohol (70 %) in Glyzerin übergeführte Objekte können in Glyzerin-Gelatine eingeschlossen werden, indem man ein Klümpchen der Gelatine durch vorsichtiges Erwärmen verflüssigt, die Objekte hineingibt und ein erwärmtes Deckgläschen auflegt. Nachdem die Masse erstarrt ist, umrandet man das Deckglas mit Maskenlack.

Kanadabalsam. Aus Alkohol 70 % über Alkohol 80 %, 90 % und 96 % in absoluten Alkohol (Entwässern), von da in ein Intermedium, das den Alkohol entfernt (Nelkenöl, Xylol, Benzol, Kreosot und dergl.), eventuell zuerst in ein Gemisch von absolutem Alkohol und Intermedium, um das Schrumpfen zu vermeiden. Dann in Kanadabalsam, der in nicht zu großer Quantität auf die Mitte des Objektträgers gebracht wird.

Beim Übertragen von einer Flüssigkeit in die andere vermeide man ein zu langes Verweilen des Objektes an der Luft und hüte sich, mit dem Objekt zu viel Flüssigkeit von der vorhergehenden Schale in die neue mitzunehmen.

Was die Dauer der Einwirkung der einzelnen Flüssigkeiten anbelangt, so sind folgende Regeln zu beachten:

Große Objekte verlangen mehr Zeit als kleine.

Dichte Objekte verlangen mehr Zeit als lockere.

In den niederen Alkoholen brauchen die Objekte weniger lange zu verweilen als in den höheren und im Vorharz.

Der absolute Alkohol sollte mindestens einmal gewechselt werden, bevor das Objekt ins Vorharz kommt.

Für Objekte von ca. 1 mm Durchmesser und normaler Dichtigkeit der Gewebe genügen etwa 5—10 Minuten für die schwächeren Alkohole und 20 Minuten für den absoluten. Große Objekte dagegen verlangen oft mehrere Stunden.

Sollen die Objekte gefärbt werden, so hat das zu geschehen, nachdem das Konservierungsmittel in Wasser oder Alkohol ausgewaschen worden ist.

1. Aus Alkohol führt man z. B. in Boraxkarmin über. Hier bleiben die Objekte, bis sie ganz rot (überfärbt) sind. Der Überschuß an Farbe wird durch salzsauren Alkohol (2 % Salzsäure in 70prozentigem Alkohol) ausgezogen.
2. Aus Wasser kommen die Objekte in Alaunkarmin, Hämalaun oder eine andere Hämatoxylinlösung. Das Karmin überfärbt kaum, Hämatoxylin dagegen häufiger. Der Überschuß an Farbe kann in salzsaurem Wasser oder ganz wässerigem salzsaurem Alkohol entfernt werden.

Ist die Färbung im gewünschten Ton erzielt, so wässert man oder — wenn man mit Boraxkarmin gearbeitet hat — bringt die Objekte sofort in 70prozentigen Alkohol. Nun kann man sie wie jedes Objekt in Alkohol von steigender Konzentration entwässern und über ein Vorharz in Kanadabalsam überführen.

Über das Mikrotomieren und Schnittfärben zu sprechen, würde uns zu weit führen. Weitere Winke über die Konservierung und Präparation werden wir im speziellen Teil des Praktikums bei den einzelnen Typen anbringen.

V. Kulturen

Manche Organismen lassen sich nicht oder nur sehr schwer längere Zeit kultivieren. Die größten Schwierigkeiten bereiten die stenothermen, rheophilen Formen, welche auf sehr gleichmäßige Temperatur und hohen Sauerstoffgehalt angewiesen sind. Man kann sich hier, wenn man einen Bach mit kühlem Wasser in der Nähe hat, durch Einsetzen von Zuchtkästen helfen, die mit feinstem Drahtnetzchen versehene Ein- und Ausströmöffnungen besitzen. Im Innern des Kastens bringt man je nach Bedürfnis Steine oder Moosbüschel an. Sollen grüne Pflanzen kultiviert werden, so muß der Kasten oben mit einer Glasplatte verschlossen werden, will man Insekten züchten, deren Metamorphose sich am Ufer abspielt, so achte man darauf, daß über dem Wasser im Kasten eine gehörige Luftschicht vorhanden ist, auch sollen einzelne Steine über den Wasserspiegel hinausragen. Für die meisten Rheophilen ist nicht heftige Strömung, wohl aber ständiger Wasserwechsel Lebensbedürfnis.

Eine flache Schale, in welcher das Wasser nur wenige Zentimeter hoch steht, ist ein vorzügliches Zuchtgefäß für sauerstoffbedürftige Pflanzen und Tiere. Die Oberfläche des Wasserspiegels ist im Vergleich zum Inhalt der Schale so groß, daß die Luft leicht

überall eindringen kann. Daher ist das Wasser ständig mit Sauerstoff gesättigt. Trotzdem muß es, wenn zahlreiche oder große Tiere gezüchtet werden sollen, häufig erneuert werden, da die Exkretionsprodukte bald als Gifte wirken, eventuell auch lokal eine Sauerstoffzehrung hervorrufen, wenn sie sich oxydieren. Alle Zuchtbecken sollen vor Staub geschützt werden. Wenn sie keine Belichtung nötig haben, so kann man ein Stück Karton oder Papier als Deckel verwenden. Glasdeckel sind für gewisse Kulturen recht bequem. Sie verringern aber die Luftzirkulation über der Wasseroberfläche und können nur in solchen Fällen Verwendung finden, wo es die Zuchtbedingungen erlauben, zwischen Deckel und Schalenrand Keile einzuschließen, um der Luft Zutritt zu verschaffen.

Will man sehr bewegliche Organismen züchten, so muß ein größeres Aquarium beschafft werden, dessen Boden mit Steinen und Sand zu belegen ist. Als Aquariumspflanzen eignen sich verschiedene Wassergewächse. Sie sind für die Sauerstoffversorgung und für die Entfernung der Kohlensäure von großer Bedeutung, doch sollen sie nicht im Übermaß vorhanden sein.

Wir geben nach Plüss eine Übersicht über die gebräuchlichsten Aquariumspflanzen.

Wasserpflanzen, die untergetaucht sind und im Boden wurzeln

1. *Ranunculus divaricatus,*
2. *Cabomba aquatica,*
3. *Myriophyllum spicatum,*
4. *Myriophyllum verticillatum,*
5. *Myriophyllum proserpinacoides,*
6. *Hottonia palustris,*
7. *Potamogeton*-Arten (z. B. *P. crispus, P. densus, pusillus*),
8. *Elodea canadensis,*
9. *Vallisneria spiralis,*
10. *Isoëtes lacustris,*
11. *Fontinalis antipyretica.*

Wasserpflanzen, die an der Oberfläche schwimmen und am Boden wurzeln

1. *Nymphaea alba,*
2. *Nuphar luteum,*

3. *Trapa natans*,
4. *Limnanthemum nymphaeoides*,
5. *Potamogeton natans*,
6. *Aponogeton distachyus*,
7. *Alisma plantago*,
8. *Stratiotes aloides*,
9. *Callitriche stagnalis*.

Wasserpflanzen, die frei schwimmen, mit oder ohne Wasserwurzeln

1. *Lemna*-Arten, z. B. *minor*, *trisulca*, *gibba*,
2. *Eichhornia azurea*,
3. *Hydrocharis morsus ranae*,
4. *Salvinia natans*,
5. *Salvinia auriculata*,
6. *Azolla filiculoides*,
7. *Riccia fluitans*,
8. *Utricularia vulgaris*, *minor*.

Zum Durchlüften kleinerer Zuchtbecken verwendet man mit Vorteil Büschel von Fadenalgen, wie *Spirogyra*, *Ulothrix* oder *Cladophora*.

Für Algenkulturen gebraucht man nach Strasburger am besten Brunnen- oder Flußwasser, das geringen Kalkgehalt aufweist. Von Zeit zu Zeit setzt man ausgekochte Torfstückchen zu, die man mit folgender Nährlösung tränkt:

1000 ccm dest. Wasser
1 g salpetersaures Kali,
0,5 g Kochsalz,
0,5 g Gips,
0,5 g schwefelsaure Magnesia,
0,5 g phosphorsaurer Kalk,
ein paar Tropfen Eisenchloridlösung.

Infusionen und Schlammkulturen. Schlammproben, mit Schöpflöffeln oder Dretschen dem Gewässer enthoben und in feuchtem Zustand transportiert, sind zunächst zu trocknen. Dies muß unter allen Umständen an einem schattigen Orte geschehen, damit die großen Temperaturextreme, die bei Sonnenbelichtung unvermeidlich

sind, die im Schlamm enthaltenen Keime nicht abtöten. Ein weiter Transport ungetrockneten Schlammes ist nicht anzuraten; wo immer möglich, trockne man gleich an Ort und Stelle, indem man den Schlamm auf Papierbogen oder Tüchern ausbreitet. Bei der Aufbewahrung der trockenen Proben wie auch beim Trocknen selbst muß sehr sorgfältig die Vermischung mit anderen lufttrockenen und windverwehten Dauerstadien vermieden werden. Das „Ansetzen" der Proben kann noch nach Jahren erfolgen, geschieht aber besser so früh als möglich, da die Resistenzfähigkeit der Organismen zeitlich beschränkt ist und da stets einzelne Keime früher absterben als andere.

Als Zuchtgefäße sind „Einmachgläser" oder Präparatenzylinder zu empfehlen, welche durch Kitt- oder Pergamentverschluß keimdicht verschlossen werden können. Da hinein werden die Trockenproben gebracht und mit ausgekochtem gut durchlüftetem Wasser übergossen. In vielen Fällen kann auch gewöhnliches Leitungswasser Verwendung finden, da die Menge der darin enthaltenen Keime so klein ist, daß sie vernachlässigt werden kann. Die günstigsten Temperaturen sind 16 bis 20° C. Die Temperatur des Wassers im Zuchtglas und auch der umgebenden Luft ist womöglich in diesen Grenzen zu halten. Die einzelnen Kulturen sind sorgfältig zu etikettieren und über die Reihenfolge der auftretenden Arten, deren Mengenverhältnis — Entwicklungsdauer — Zeitpunkt der maximalen Entwicklung und des Absterbens ein genaues Protokoll zu führen. — Die Vorteile dieser von Kammerer vorgeschlagenen keimfreien Schlammkulturen sind begründet in der Möglichkeit, aus irgend einem Gewässer Schlammproben mit Dauerkeimen zu entnehmen, sie auf weite Distanzen zu transportieren und an geeignetem Orte und zu geeigneter Zeit in der Zusammensetzung wieder aufleben zu lassen, die sie in dem Wohngewässer hatten.

Sollen keine solchen Reinkulturen erzielt werden, so ist ein besonderer Verschluß entbehrlich; auch das Trocknen kann unter diesen Umständen wegfallen.

Klunzinger empfiehlt für gewisse Schlammkulturen, den feuchten Schlamm auszubreiten und an einer Stelle eine muldenförmige Vertiefung anzubringen, einen kleinen See, in welchem das Wasser stehen bleibt, während der Schlamm selbst mehr und mehr austrocknet. Durch diese Nachahmung eines Gewässers im Zustande des allmählichen Versickerns können manche Organismen zur Enzystierung oder Dauerkeimbildung veranlaßt werden.

Kapitel IV

Die rheophilen Organismen

Als Rheophile (ῥέω ich fließe, — φίλος liebend) bezeichnen wir die Tiere und Pflanzen, die ausschließlich oder doch vorwiegend im fließenden Wasser vorkommen, im Gegensatz zu den zahlreichen zufällig verschwemmten oder nur periodisch daselbst lebenden, die sich nicht dauernd halten und fortpflanzen können, oder doch das stehende Wasser bevorzugen.

Die Rheophilen lassen sich in folgende ökologische Gruppen einteilen.

1. Nereïden: Besiedler fester Substrate, die auf Steinen, Holz, Baumrinde, dürren Blättern, Molluskenschalen und anderen toten Gegenständen des Wassers leben oder sich an oder auf Wasserpflanzen aufhalten.

a) Nereïden s. str. auf totem Substrat.
   α) sessile,
   β) mobile.

b) Phytophile (φυτόν Gewächs, Pflanze; — φίλος liebend) auf lebendem Substrat spez. auf Wasserpflanzen.
   α) sessile (hierher die Hydroepiphyten),
   β) mobile.

2. Schlammbewohner:

a) sessile „Limnaeen“ Schlammwurzler mit Wurzeln oder wurzelähnlichen Organen im Schlamm oder im Sand verankert,

b) mobile „Limicolen“ (limus Schlamm) auf und im Schlamm lebende nicht verankerte Organismen.

3. Plankton, schwebende Bewohner der Freiwasserzone.

4. Nekton, schwimmende Bewohner der Freiwasserzone.

5. Organismen der Wasseroberfläche.

Von diesen Lebensgemeinschaften sind die unter Nr. 1 genannten im fließenden Wasser besonders wichtig. Zu den Schlamm-

bewohnern gehören nur wenige echte Rheophile. Das sog. Potamoplankton ist fast ausschließlich erratisch (d. h. verirrt, aus stehendem Wasser verschwemmt).

Rheophile Pflanzen

Die rheophilen Pflanzen sind ökologisch noch so wenig bekannt, daß wir auf eine Gruppierung im einzelnen verzichten müssen. Wir beschränken uns darauf, eine Anzahl von Charakterformen des strömenden Wassers in systematischer Reihenfolge zu besprechen und dabei auf allfällige Anpassungen hinzuweisen.

Rheophile Spaltpflanzen

Beggiatoa alba (Beggiato ein italienischer Arzt)

Vorkommen: im Faulschlamm stehender und fließender Gewässer, polysaprob bis mesosaprob, wichtig für die Selbstreinigung der Flüsse.

Stellung: als Vertreter der Bakterien chlorophyllfrei, ohne eigentlichen Zellkern und sich nur ungeschlechtlich durch Teilung vermehrend. (Die Bacteria werden daher auch Schizomycetes [σχίζειν spalten, μύκης Pilz] oder Spaltpilze genannt, obwohl sie mit den Pilzen nichts zu tun haben.) Als Thiobakterie (θεῖον Schwefel) oder Schwefelbakterie gewinnt *Beggiatoa* ihre Betriebsenergie durch Oxydation von Schwefelwasserstoff. Die Familie der Beggiatoaceae umfaßt fädige Formen, denen eine undulierende Membran eine kriechende Bewegung ermöglicht.

Aussehen: bildet weiße Flocken und Häute.

Bau und Anpassungen: die einreihigen Fäden sind unverzweigt und scheidenlos (Fig. 5 *C*). Die 3—4 μ dicken zylindrischen Zellen sind mit Schwefelkörnchen erfüllt und dadurch weiß gefärbt. Das durch Reduktion von Gips oder Fäulnis organischer Substanz entstandene Schwefelwasserstoffgas wird zu Schwefel und weiter zu Schwefelsäure oxydiert. Manche Schwefellager verdanken ihren Ursprung solchen Schwefelbakterien.

Crenothrix polyspora (κρήνη Quelle, θρίξ Haar)

Vorkommen: festsitzend bes. in Brunnen und Wasserleitungen, oft in Menge, oligosaprob.

Stellung: gehört zu den Trichobakteriaceen oder Fadenbakterien, die meist in Gallertscheiden steckende Zellfäden bilden. Als Eisenbakterie lagert der sog. „Brunnenfaden“, wie die Art mit Recht genannt wird, rotbraunes Eisenhydroxyd in ihren Scheiden ab. Mit seinen besonders in Gräben und Tümpeln lebenden Verwandten veranlaßt er die Bildung des Raseneisensteins.

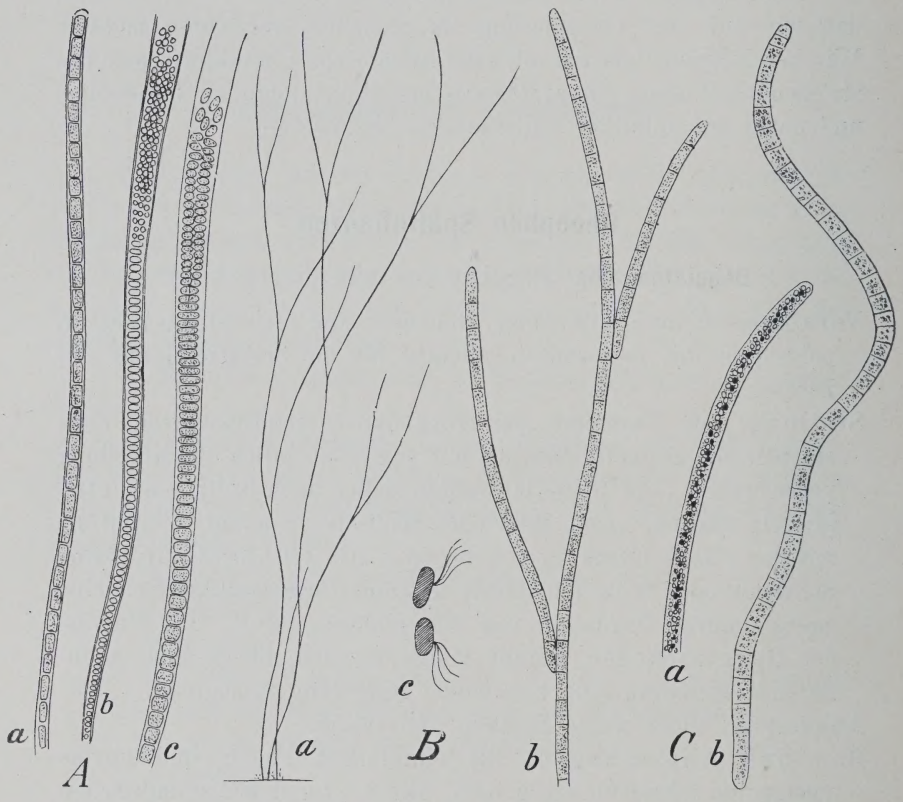


Fig. 5. *A Crenothrix polyspora.* *a* Junger Faden, *b* und *c* Sporenbildung. *B Cladothrix dichotoma.* *a* Schwach vergrößerte Fäden, *b* stark vergrößert, *c* Schwärmer. *C Beggiatoa alba.* *a* Fadenstück mit Schwefelkörnern, *b* nach Lösung des Schwefels mit Schwefelkohlenstoff.

Aussehen: rotbraune, wenige mm hohe, flockige Überzüge.

Bau: einfache Zellfäden, an der Basis 1,5—5 μ, am freien Ende 6—9 μ dick (Fig. 5 *A*). Sie vermehren sich durch aus der Gallertscheide tretende Zellen oder Zerfall der oberen Zellen in viele unbewegliche Sporen (daher *„polyspora“*).

Von Verwandten seien die gerade, unverdickte Fäden bildende Chlamydothrix ochracea und Gallionella ferruginea mit gewundenen Fäden genannt. — Durch Verstopfung der Wasserleitungen kann der Brunnenfaden schwere Kalamitäten verursachen.

Sphaerotilus natans (σφαῖρα Kugel, τίλη Flocke)

Vorkommen: im Abwasser der Fabriken und in stark verunreinigtem Flußwasser, sehr häufig, polysaprob.

Stellung: eine Trichobakteriacee (vgl. die vorigen).

Aussehen: schleimige, über dezimeterlange, weißliche oder rötliche, flutende Pinsel und Überzüge an Steinen, Pfählen usw.

Bau: verzweigte Fäden von 2—3 μ Dicke in dicken, verfilzten, farblosen Scheiden, die oft durch Detritus und Eisenhydroxyd verfärbt sind. Die Vermehrung erfolgt durch Abgliederung von Fadenstücken.

Cladothrix dichotoma (κλάδος Ast, διχότομος gablig),

eine der vorigen nahestehende, in allen Gewässern häufige, schwach mesosaprobe Fadenbakterie, die sich von der vorigen durch viel zartere, schwach umscheidete, kaum verfilzte Fäden unterscheidet (Fig. 5 *B*).

Rivularia haematites (rivulus Bach, Haemätit = Roteisenstein)

Vorkommen: an Steinen in raschfließenden Bächen, besonders im Gebirge, katharob.

Stellung: gehört zu den Schizophyceen (σχίζειν spalten, φῦκος Alge) oder Spaltalgen, die wie die Bakterien keinen abgegrenzten Zellkern besitzen und sich nur ungeschlechtlich vermehren. (Man faßt sie daher mit diesen als Schizophyten oder Spaltpflanzen zusammen.) Sie besitzen jedoch Chlorophyll, das aber durch andere Farbstoffe, bes. das blaue Phycocyan verdeckt wird (daher = Cyanophyceen oder Blaualgen). Die Zellen der Familie der Rivulariaceen bilden meist einfache Fäden mit haarförmiger Spitze und Gallertscheiden. Einzelne Zellen, meist am Grunde, sind zu stark lichtbrechenden, teilungsunfähigen „Grenzzellen“ umgewandelt, bei ungünstigen Lebensbedingungen können dickwandige Dauerzellen für die Erhaltung der Art sorgen. Die Vermehrung erfolgt durch austretende Fadenstücke, sogen. Hormogonien (ὅρμος Reihe).

Aussehen: tropfsteinartige, radialstrahlige und konzentrisch gezonte, oft sehr große Lager von spangrüner Farbe.

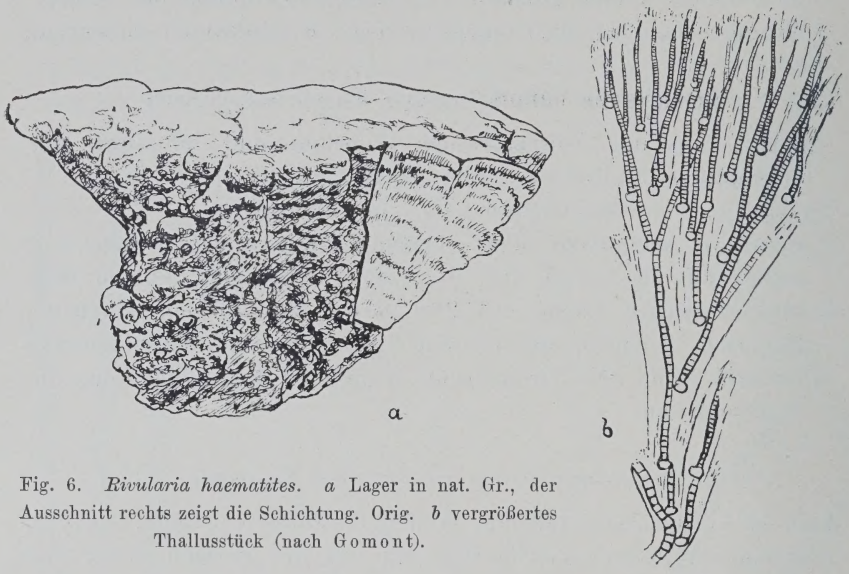


Fig. 6. *Rivularia haematites.* *a* Lager in nat. Gr., der Ausschnitt rechts zeigt die Schichtung. Orig. *b* vergrößertes Thallusstück (nach Gomont).

Bau und Anpassungen: das halbkugelige, später ausgebreitete Lager besteht aus radialen, 4—11 μ breiten Zellfäden mit kugeligen, gelblichen Grenzzellen, in zerbrechlichen, meist farblosen Scheiden. Dauerzellen fehlen. Das an der Oberfläche fortdauernde Wachstum erzeugt eine jahrringartige Schichtung. Durch eine starke Kalkinkrustation entsteht ein steinhartes, widerstandsfähiges Lager. Diesen und andern Kalkalgen des Süßwassers und Meeres kommt eine große geologische Bedeutung als Felsbildner zu.

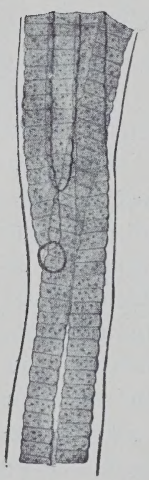


Fig. 7. *Desmonema Wrangelii* (nach Lemmermann)

Desmonema Wrangelii (δεσμός Band, νῆμα Faden), eine Art schnellfließender Gebirgsbäche, die im Gegensatz zur vorigen kalkarme Unterlagen bevorzugen soll.

Wie *Rivularia* eine Schizophycee, unterscheidet sie sich durch die unverzweigten Fäden aus gleichdicken, haarlosen Zellen mit Grenzzellen (Merkmale der Nostocaceen), die zu mehreren in einer festen Scheide eingeschlossen sind (Unterfamilie

Aulosireae von αὐλός Röhre, auch als Microchaetaceen bezeichnet). Die einzelnen schwarzgrünen Bündel bilden einen büschligen Rasen auf hartem Gestein (Fig. 7).

Von andern fadenbildenden Cyanophyceen (= Hormogoneae, da sie sich durch losgelöste Fadenstücke, „Hormogonien", vermehren) seien noch die Oscillatoriaceen mit einfachen Fäden aus zylindrischen Zellen und ohne Grenzzellen genannt. Mehrere Arten von *Phormidium* und *Oscillatoria*, erstere mit, letztere ohne Scheiden, wie *Beggiatoa* einer kriechenden Bewegung fähig, sind auch in Flüssen häufig.

Rheophile Algen

Fragilaria virescens

Vorkommen: Sehr häufig zwischen Wasserpflanzen in stehenden und fließenden Gewässern. Nereïde, gelegentlich Hydroepiphyt oder im Plankton.

Stellung: Als Bacillariacee (= Diatomee = Kieselalge) besitzt die Alge einen Panzer aus zwei schachtelartig übereinandergreifenden Kieselschalen und gelbbraune Chromatophoren. *Fragilaria* gehört zu den Pennatae mit fiederförmiger Skulptur auf der sogen. „Schalenseite" (vgl. Fig. 9 *A*—*E* und 10 *A*—*D*). Bei vielen Pennaten fließt in der vertieften Mittellinie oder Raphe (ῥαφή = Naht) zwischen einem mittleren und zwei endständigen Knoten ein Plasmastrom, der die Zellen rasch auf der Unterlage gleiten läßt. Bei *Fragilaria virescens* ist zwischen den Querstreifen nur ein glatter Streifen („Pseudoraphe") frei. Da bei der Zellteilung die Tochterzellen nur je eine Schale erhalten und die kleinere (die „Schachtel zum Deckel") regenerieren, so würden die Zellen immer kleiner, wenn nicht zeitweilig eine in sehr mannigfachen Zellvereinigungen bestehende Verjüngung („Auxosporenbildung") eintreten würde.

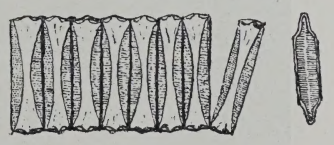


Fig. 8. *Fragilaria virescens*, rechts in Schalenansicht, stark vergr. (nach Smith u. a.).

Aussehen: Die Gattung *Fragilaria* bildet oft sehr lange Bänder, indem die Zellen mit ihren Schalenseiten durch Gallerte ver-

bunden werden. In der Seitenansicht („Gürtelseite“) erscheinen sie als Rechtecke von bis 70 μ Länge und 8 μ Breite mit feinpunktierter Querstreifung.

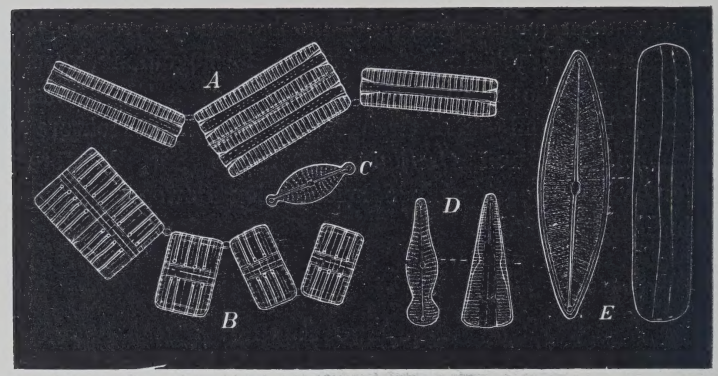


Fig. 9. *A Diatoma vulgare, B Tabellaria flocculosa, C Navicula tumida, D Gomphonema constrictum, E Navicula Westii* (aus Warming).

Diatoma vulgare (*διατέμνειν* durchschneiden) besitzt ähnliche Zellen mit Pseudoraphe, aber mit queren Scheidewänden. Die

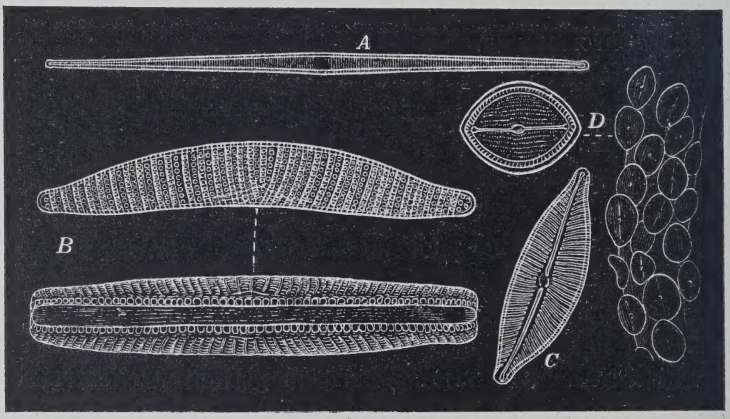


Fig. 10. *A Synedra radians, B Epithemia turgida, C Cymbella cuspidata, D Cocconeïs pediculus*, rechts an *Cladophora* (aus Warming).

Zellen oder „Frusteln“ sind zu zickzackförmigen Bändern vereinigt. Die Art ist in Flüssen und am Ufer von Seen an Steinen und Wasserpflanzen sehr häufig (Fig. 9 *A*).

Ähnliche Zickzackbänder bildet *Tabellaria*, deren Zellen längsgestellte Scheidewände besitzen, zwei bei *T. fenestrata*, mehrere bei der noch häufigern, kleinern *T. flocculosa* (Fig. 9 *B*).

Die bandförmigen Kolonien dieser Gattungen stellen gleich den Fadenalgen eine Anpassung an das bewegte Wasser dar. Da hier eine Eigenbewegung ausgeschlossen ist, fehlt, wie bei den Planktonformen, eine eigentliche Raphe.

Synedra ulna (σύνεδρος = zusammensitzend, ulna = Elle), eine in stehenden und namentlich fließenden Gewässern sehr häufige und sehr veränderliche Art, deren schmallanzettliche, bis $^1/_2$ mm lange Zellen auf Gallertpolstern fächer- und kissenförmig an Wasserpflanzen usw. sitzen.

Ceratoneïs arcus (κέρας = Horn, νηίς

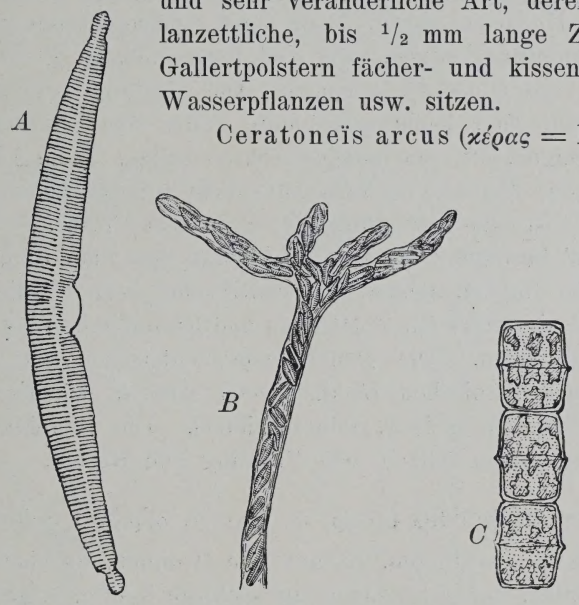


Fig. 11. *A Ceratoneïs arcus* (nach Hustedt), *B Cymbella (Encyonema) caespitosa* (nach Smith), *C Melosira varians* (nach Hustedt).

ναύς = Schiff), eine besonders in Gebirgsbächen häufige Art mit langen, bogig gekrümmten, fein gestreiften Zellen (Fig. 11 *A*).

Cymbella (κύμβη = Becken), eine sehr artenreiche Gattung. Die in der Schalenansicht halbmondförmigen Zellen besitzen eine echte Raphe mit Zentralknoten und zwei Polknoten (Fig. 10 *C*). Bei der in Sumpfgräben, in Brunnen, Quellen usw. vertretenen Untergattung *Encyonema* (ἔγκυος = gefüllt, νῆμα = Faden) sitzen die Zellen reihenweise in langen Gallertschläuchen, die oft große, braune Kissen bilden (Fig. 11 *B*).

Gomphonema (γόμφος = Nagel, νῆμα = Faden) bildet Kolonien, indem die keil- bis geigenförmigen Zellen mit verzweigten oder einfachen Gallertstielen dem Substrat, besonders Wasserpflanzen und Molluskenschalen, aufsitzen. Manche Arten leben in fließendem Wasser (Fig. 9 *D*).

Cocconeïs pediculus (κόκκος = Korn, νηίς = Schiff, pediculus = Laus). Die winzigen Scheibchen sitzen sehr häufig der Fadenalge *Cladophora* in so großer Menge auf, daß sie um diese einen förmlichen Panzer bilden (Fig. 10 *D*).

Melosira (μέλος = Glied, σίρα = Faden) gehört zu den Bacillariales centricae, deren meist trommelförmige Zellen eine radiale Skulptur besitzen. Sie sind namentlich im Plankton reich vertreten, besonders im marinen. Die Gattung *Melosira* bildet meist gerade oder leicht gekrümmte Fäden aus zylindrischen bis tonnenförmigen, oft sehr langgestreckten Zellen. Viele Arten leben im Plankton, *Melosira varians* mit leicht angeschwollenen Zellen (Fig. 11 *C*) ist eine Grundform der Seen und Flüsse.

Es sei besonders hervorgehoben, daß den Planktonkieselalgen stets echte Raphen fehlen, die centrischen besitzen sie niemals, dafür sind sie öfters mit Fortsätzen und Kieselborsten als Schwebeorganen versehen. Die Panzer von centrischen wie pennaten, marinen wie limnischen Bacillariaceen können mächtige Ablagerungen bilden (Kieselgur, Polierschiefer). Die Hauptentwicklung der meisten Arten fällt in den Frühling und Herbst.

Hydrurus foetidus (ὕδωρ = Wasser, οὐρά = Schwanz)

Vorkommen: in Flüssen, Bächen und Brunnen, nur bei niedriger Temperatur, daher besonders im Gebirge häufig, oligosaprob.

Stellung: *Hydrurus* gehört zur Flagellatenklasse der Chrysomonadinen (χρυσός = Gold, μονάς = Einheit, Monade), meist gelbbraun gefärbte Flagellaten mit 1—2 Geißeln. Sie ernähren sich teils tierisch, teils pflanzlich und bilden Zysten mit Kieselschalen. Bei der Reihe der Chrysocapsales überwiegt ein unbewegliches Stadium mit Gallerthüllen (Palmellastadium) über das bewegliche.

Aussehen: braune, bis 30 cm lange, mehr oder weniger verzweigte, oft röhrige Gallertpinsel, festgewachsen und flottierend.

Bau: Die Zellen liegen in der oberflächlichen Schicht einer festen Gallerte (Fig. 12 *A*). Sie besitzen einen muldenförmigen Chromatophoren und speichern Leukosin als Assimilat. Zeitweise, besonders in stehendem Wasser, schlüpfen sie aus dem Lager als

tetraedrische, formveränderliche Schwärmer mit einer Geißel aus (Fig. 12 *B*). Nachdem sie sich auf irgend einer Unterlage festgesetzt haben, bilden sie ein neues, an der Spitze fortwachsendes Lager. Wie die Rot- und Braunalgen (s. u.), gedeiht *Hydrurus*

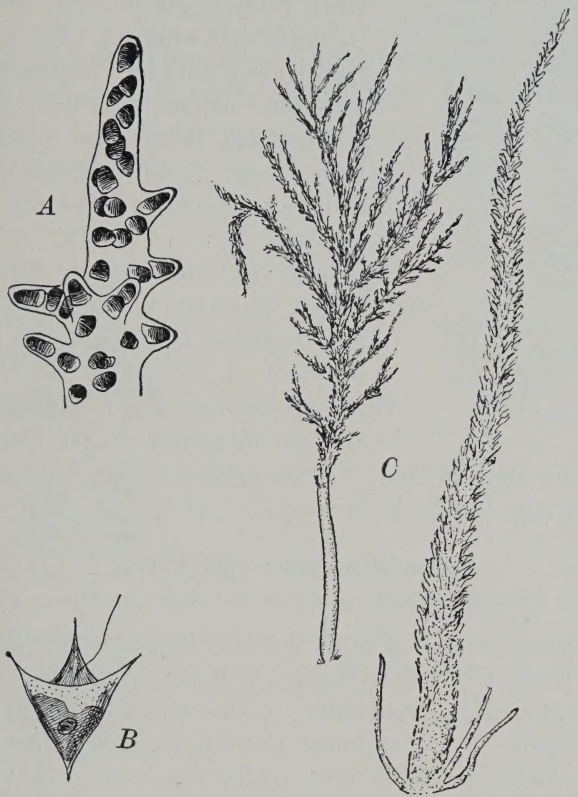


Fig. 12. *Hydrurus foetidus*. *A* Zweigende vergrößert (nach Berthold), *B* Schwärmer (nach Klebs), *C* verschiedene Thallusformen in nat. Gr. (Orig.).

nur in Wasser von ca. 2—12°; während er im Gebirge den ganzen Sommer zu finden ist, tritt er in der Ebene nur im Frühling auf. Verschiedene Thallusformen sind mit besondern Namen belegt worden.

Bangia atropurpurea (atro purpureus = schwärzlich purpurn)

Vorkommen: an Steinen und Pfählen im kalten, sauerstoffreichen, raschfließenden Wasser von Gebirgsbächen und Flüssen des Tieflands, nicht häufig.

Stellung: Als Vertreter der Rhodophyceen (ῥόδον Rose) ohne Schwärmzellen. Es findet Befruchtung von großen Eizellen durch unbewegliche Samenzellen (Spermatien) statt; das Chlorophyll wird durch einen roten Farbstoff, Phycoerythrin (ἐρυθρός rot) verdeckt. Die Klasse der Bangiales mit der Familie der Bangiaceen umfaßt Formen unsicherer Stellung mit faden- oder blattförmigem Lager, die Geschlechtszellen werden nicht an besonders gebauten Sprossen gebildet.

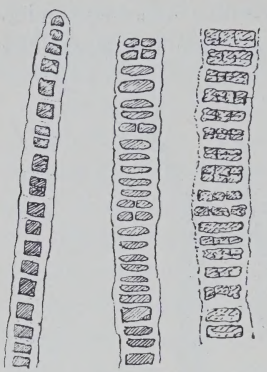


Fig. 13. *Bangia atropurpurea*, Fadenstücke verschiedenen Alters, schwach vergr. (Orig.)

Aussehen: glatte, flutende Räschen von festen, ungeteilten, wenige Zentimeter langen Fäden von krapp- bis weinroter Farbe.

Bau: bis 60 μ dicke, festsitzende Fäden aus anfangs ein-, später mehrreihigen Zellen mit sternförmigen Chromatophoren und dicken Wänden, die ihnen eine große Festigkeit verleihen.

Batrachospermum moniliforme

(βάτραχος = Frosch, σπέρμα = Same — Laich, monile = Perlschnur)

Vorkommen: häufig in klaren Quellen, Brunnen und Bächen mit klarem, rasch fließendem Wasser, seltener in Flüssen, katharob.

Stellung: eine echte Rhodophycee aus der Klasse der Florideen, deren Eizelle als sogenanntes Carpogon ausgebildet ist. Sie entsteht meist am Ende eines Zellfadens und wächst in einen kolbenförmigen Hals, das Trichogyn oder Empfängnishaar aus, an dem die unbeweglichen Spermatien festkleben, worauf sich nach vollzogener Befruchtung komplizierte, sehr verschiedenartige Sporenfrüchte bilden. Daneben findet meist ungeschlechtliche Vermehrung durch zu vier gebildete sog. Tetrasporen statt. Die äußerst formenreiche Klasse ist vorwiegend marin und nur durch wenige Arten im Süßwasser vertreten.

Aussehen: mehrere Zentimeter bis Dezimeter lange, schlüpfrig-gallertige Pinsel von grünlichbrauner bis schwarzvioletter Farbe aus reich verzweigten, perlschnurartigen Thallusästen.

Bau und Anpassungen: aus der Spore entsteht ein reich verzweigter Vorkeim aus dünnen, zylindrischen Zellen von blau-

grüner Farbe. Diese wenige Millimeter hohen, festsitzenden Räschen, die sich oft lange nicht weiter entwickeln und durch ungeschlechtliche Sporen vermehren, sind früher als eigene Art der Gattung *Chantransia* (*Ch. chalybaea*) beschrieben worden. Aus dem Vorkeim, der als Haftorgan dient, sproßt der Batrachospermumthallus, der aus farblosen Achsenzellen von lang zylindrischer Gestalt mit großen Zellsaftvakuolen besteht, an deren Grenzen Wirtel aus stark verzweigten, einreihigen Fäden von

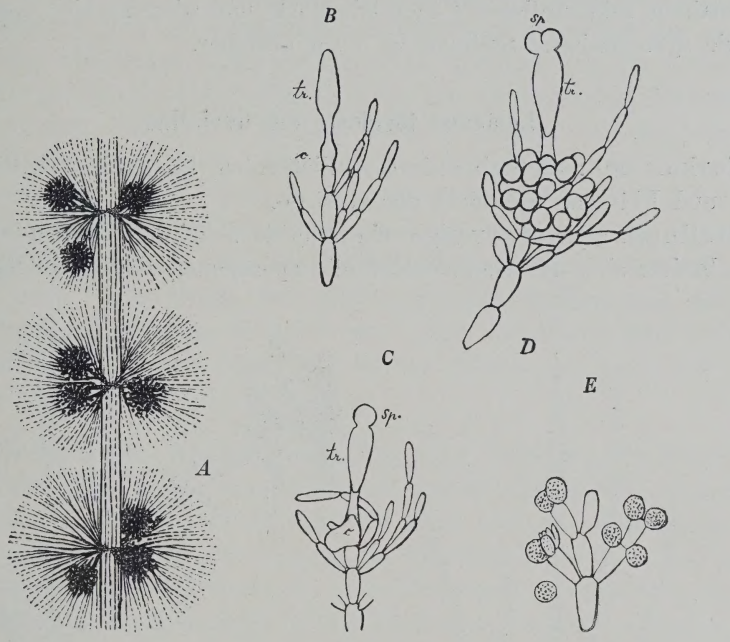


Fig. 14. *Batrachospermum moniliforme.* *A* Sproßteil mit fertilen Kurztriebwirteln (100/1), *B* Carpogon *c* mit Trichogyn *tr*, *C* am Trichogyn *tr* entleertes Spermatium *sp*, die Zygote *c* beginnt zu sprossen, *D* Gonimoblast, *E* kleines Antheridium (*B*—*E* 300/1). Alles nach Schmitz.

kleinen, tonnenförmigen, gefärbten Zellen sitzen (Fig. 14 *A*). Sie sind in eine dicke Gallerte gehüllt, die die Reibung wesentlich vermindert und die Festigkeit erhöht. Die Kurztriebwirtel tragen die männlichen Fortpflanzungsorgane (Antheridien) und Carpogonien, aus denen sich nach der Befruchtung durch ein Spermatium ein Büschel sporenbildender Fäden (Gonimoblast) bildet (Fig. 14 *B*—*D*), das von sterilen Fäden umhüllt wird.

Das ähnliche *Batrachospermum vagum*, das meist kleiner und mehr braungrün ist, wächst vorzugsweise in langsam fließenden Moorbächen und hält sich auch in stehendem Wasser, während in diesem *B. moniliforme* rasch abstirbt, wobei der rote Farbstoff in Lösung geht.

Die in raschfließenden Flüssen lebende, seltene *Thorea ramosissima* besitzt einen bis fußlangen, stark verzweigten Thallus von dunkelgrünbrauner, trocken violetter Farbe, der aus schlüpfrig-zottigen, roßhaardicken Fäden mit Mark- und Rindenschicht besteht. Die systematische Stellung ist noch unsicher.

Lemanea torulosa und **fluviatilis**

Vorkommen: an Steinen in raschfließenden, klaren, kühlen Bächen und Flüssen, besonders der Gebirge.

Stellung: gleich den vorigen eine Floridee. Bei den Lemaneaceen breitet sich der Gonimoblast (die sporogenen Fäden) in Spalten

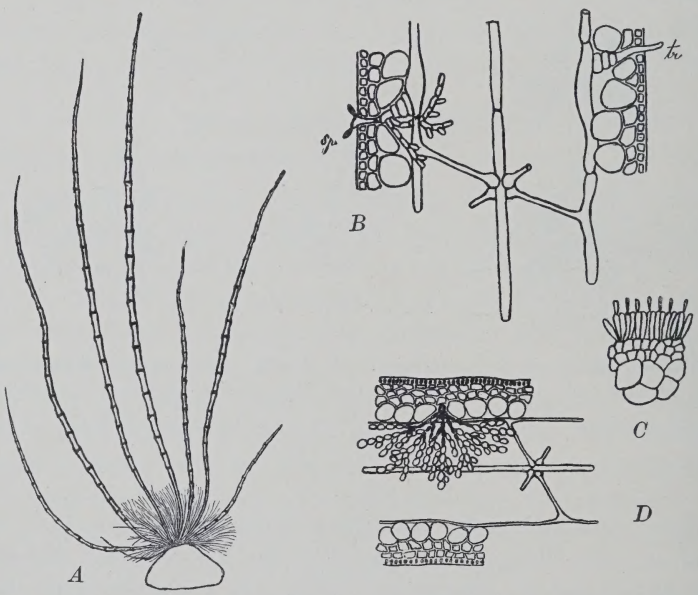


Fig. 15. *Lemanea torulosa*. *A* Habitus nat. Gr., *B* Längsschnitt durch den Thallus, rechts Carpogonast mit Trichogyn *tr*, links befruchtetes Carpogon mit 2 Spermatien *sp* (etwa 45/1), *C* Antheridiengruppe auf der Außenseite der Rinde (etwa 100/1), *D* aus der befruchteten Eizelle sprossen die sporogenen Fäden (etwa 45/1). (Nach Sirodot und Schmitz.)

des Thallus aus, während er bei den Helminthocladiaceen (ἑλμίνθη = Wurm, κλαδίον = Ästchen), zu denen *Batrachospermum* zählt, dem Thallus meist als gedrungenes Büschel aufsitzt.

Aussehen: Büschel aus dicken, unverzweigten, knotig angeschwollenen, steifen Fäden, die bei *L. fluviatilis* schwarzbraun bis schwarzviolett und 6—16 cm lang, bei der sonst ähnlichen *L. torulosa* olivgrün und 5—8 cm lang sind.

Bau und Anpassungen: Aus einem chantransiaähnlichen Vorkeim entwickeln sich die röhrigen Thallusfäden, die von hornartiger Konsistenz sind. Die langgliedrige Zentralachse ist mit der aus kleinen, rundlichen Zellen bestehenden Rindenschicht durch Verbindungszellen vereinigt (Fig. 15 *B D*). Die Rinde zeigt im Abstand von einigen Millimetern knotige Anschwellungen, in denen sich die Antheridien bilden, während die Carpogonien und die aus ihnen entstehenden Sporenfrüchte (Zystokarpien) im Thallus zerstreut liegen. Die Vermehrung geschieht wohl, wie bei vielen rheophilen Pflanzen, besonders durch abgerissene Thallusstücke. Die feste Verankerung, der glatte, flutende Thallus sind echt rheophile Merkmale, die sich nur noch bei Bewohnern der Brandungszone von Seen und Meeren finden, die auch sonst eine ähnliche Ökologie aufweisen.

Hildenbrandia rivularis, eine Rotalge unsicherer Stellung, bildet blutrote Flecken auf Steinen in Gebirgsbächen und größern Flüssen. Das aus einer Schicht von sehr kleinen, sechseckigen Zellen gebildete Lager ist so dicht der Unterlage angepreßt, daß es kaum unverletzt loszutrennen ist. Geschlechtliche Fortpflanzung ist nicht bekannt, die Sporangien werden im Innern des Lagers gebildet.

Die äußerlich nicht davon zu unterscheidende Alge *Rhodoplax Schinzii* aus dem Rheinfall kennzeichnet sich durch Zellteilung mittels radialgestellter Wände und wandständige, glockenförmige Chromatophoren, während die der Rotalgen zentral liegen. Sie wird deshalb zu den Protococcalen unter den Grünalgen gestellt, unter denen es auch rotgefärbte gibt.

Lithoderma fontanum (λίθος = Stein, δέρμα = Haut)

Vorkommen: an gleichen Orten wie *Hildenbrandia* und oft mit ihr zusammen, in Gebirgsbächen ziemlich häufig, aber auch in größern Flüssen.

Stellung: gehört zu den Phaeophyceen (φαιός dunkel) oder Braunalgen, bei denen das Chlorophyll durch gelbe und braune Farbstoffe verdeckt ist, und deren Schwärmer mit 2 Geißeln auf eine Verwandtschaft mit gelbbraunen Flagellaten schließen lassen. Im Süßwasser ist nur die Familie der Ectocarpaceen durch wenige Arten vertreten, deren sämtliche Geschlechtszellen beweglich und gleichartig sind (Isogameten).

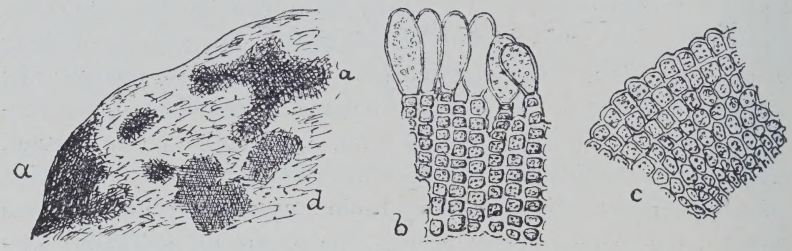


Fig. 16. *Lithoderma fontanum.* *a* Habitus in nat. Gr. (Orig.), *b* Querschnitt mit Sporangien, stark vergr. (nach Flahault), *c* Randpartie des Thallus, stark vergr. (Orig.), *d Hildenbrandia rivularis*, Habitus nat. Gr. (Orig.).

Aussehen: rundliche, dunkelkastanienbraune Flecken von verschiedener Größe auf Steinen.

Bau: Das Lager besteht aus kurzen, vertikalen, dichtstehenden Reihen kleiner Zellen mit vielen gelbbraunen Chromatophoren. Vermehrung durch ungeschlechtliche Sporen und in besonderen Behältern (Fig. 16 *b*) gebildete Isogameten.

Draparnaldia glomerata

Vorkommen: an Steinen und Wasserpflanzen an Seeufern, in Bächen und Flüssen, bes. im Frühling, oligosaprob.

Stellung: Als Chlorophycee (χλωρός grün) oder Grünalge besitzt diese Gattung rein grüne Chromatophoren und Schwärmer mit 2 oder 4 gleichlangen Geißeln. Die Ulotrichales (vgl. *Ulothrix*) zeigen einen fädigen Thallus aus Zellen mit meist nur einem Kern und nur einem Chromatophoren. Sie vermehren sich ausgiebig durch ungeschlechtliche Schwärmer (Zoosporen) mit 2 oder 4 Geißeln oder unbewegliche sog. Aplanosporen. Die der geschlechtlichen Vermehrung dienenden Gameten können gleich (Isogameten) oder ungleich (Heterogameten) sein. Die Familie der Chaetophoraceen (vgl. *Chaetophora*) umfaßt Gattungen mit oft recht kompliziert verzweigtem Thallus aus einreihigen Fäden.

Aussehen: bis 10 cm lange, festgewachsene oder später freischwimmende, stark schleimige Pinsel, deren Zweige eigentümlich freudiggrün geringelt erscheinen.

Bau: der Thallus besteht aus Hauptstamm und Langtrieben, deren große, langtonnenförmige Zellen einen schmalen, gürtelförmigen Chromatophoren besitzen, und büschelförmigen, stärker ver-

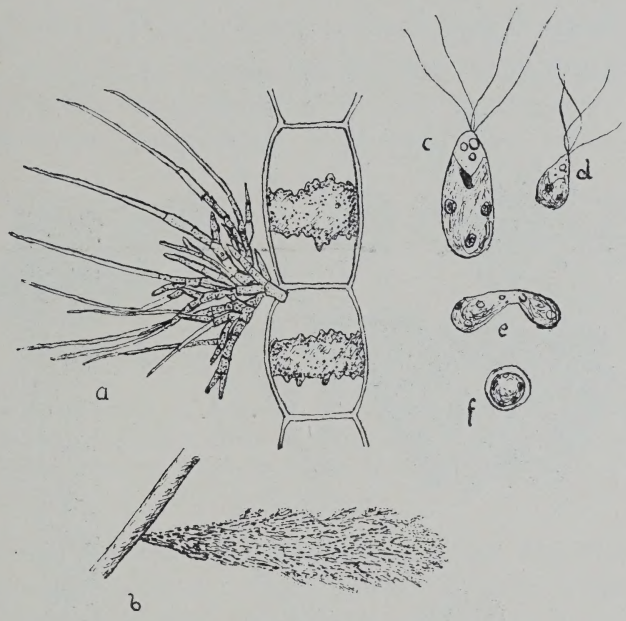


Fig. 17. *Draparnaldia glomerata*. *a* Zweigstück vergr. (nach Hazen), *b* flutender Thallus, nat. Gr. (Orig.), *c* Zoospore, *d* Gamete, *e* Kopulation, *f* Zygote (*c*—*f* nach Klebs).

zweigten Kurztrieben, deren Zellen kleiner und chlorophyllreicher sind. Viele Zweige laufen in farblose Haare aus, alle sind in farblose Gallerte gebettet. Die viergeißeligen Schwärmer sind in größere Zoosporen und kleinere Gameten differenziert, sie besitzen zwei kontraktile Vakuolen und einen schmalen, roten Augenfleck (Stigma) (Fig. 17 *cd*). Daneben kommen noch Aplanosporen mit rotem Inhalt vor.

Chaetophora incrassata = Ch. Cornu-damae

(*χαίτη* = Borste, *-φορος* = tragend, incrassari = fest werden)

Sehr häufig in Bächen, Gräben und Torfstichen, auf Steinen, Pflanzen und Mollusken. Die Gattung unterscheidet sich von der

vorigen durch den nicht deutlich in Lang- und Kurztriebe gegliederten Thallus, den eine festere, fast knorplige Gallerte umschließt. Die meisten Zweige laufen in lange Haare aus. Das sehr verschieden gestaltete Lager ist meist wenige Zentimeter groß und geweihartig verzweigt (daher der früher gebräuchliche Name Cornu-damae) und etwas mit Kalk inkrustiert.

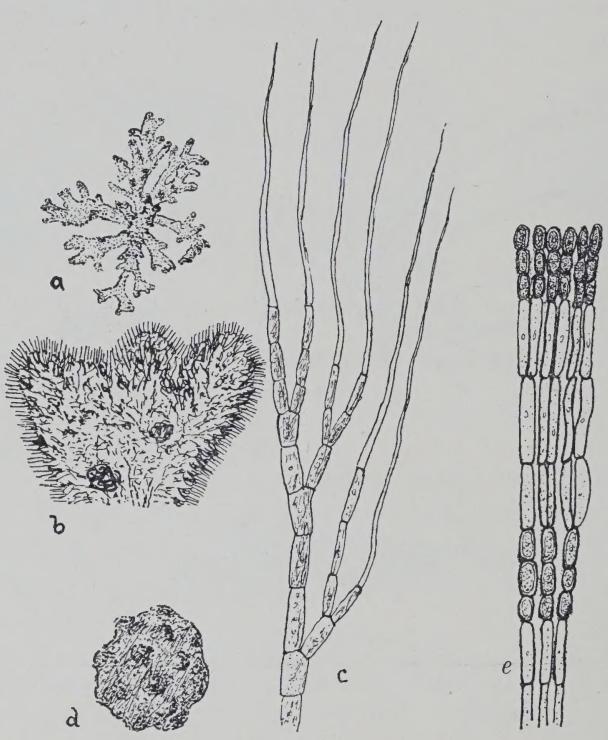


Fig. 18. *a—s Chaetophora incrassata.* *a* Thallus in nat. Gr. (Orig.), *b* Thallusende schwach vergr. (Orig.), *c* Sproßende stark vergr. (nach Migula), *d Chaetophora tuberculosa,* Thallus in nat. Gr. (Orig.), *e Chlorotylium cataractarum,* Ausschnitt aus dem Thallus, stark vergr. (nach Migula).

Bei der besonders in Quellen und Brunnen lebenden *Ch. tuberculosa* ist der hasel- bis walnußgroße Thallus kugelig und eigentümlich warzig (Fig. 18 *d*).

Stigeoclonium tenue (*στίζειν* = stechen, *κλών* = Ast), eine in fließenden und stehenden Gewässern häufige Chaetophoracee, deren Thallus im Gegensatz zu den vorigen weniger büschlig als gablig verzweigt ist. Er besteht aus einer kriechenden Sohle mit ca. 5—50 mm langen Wasserstämmen.

Chlorotylium cataractarum (χλωρός = grün, τύλος = Wulst), eine in schnellfließenden Bächen, besonders unter Wasserstürzen lebende Chaetophoracee, deren kleiner, halbkugeliger Thallus im Gegensatz zu den vorigen keine Haare besitzt (Fig. 18 *e*). Er ist ähnlich dem von *Rivularia* geschichtet und stark mit Kalk inkrustiert, aber von dieser leicht durch die frischgrüne Farbe zu unterscheiden.

Ulothrix zonata (οὖλος = kraus, θρίξ = Haar),

eine an Seeufern, in Flüssen, Bächen und Brunnen häufige Art aus der Familie der Ulotrichaceen, die im Gegensatz zu den Chaetophoraceen unverzweigte Zellfäden bilden. Nicht selten

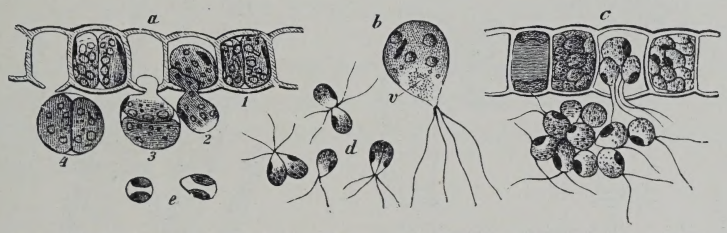


Fig. 19. *Ulothrix zonata.* *a* Fadenstück mit Schwärmsporen auf verschiedener Entwicklungsstufe (1—4), *b* Schwärmspore mit Stigma und kontraktiler Vakuole *v*, *c* Fadenstück in Gametenbildung, *d* Gameten in Kopulation, *e* Zygoten (nach Dodel-Port und Warming).

kommen wie bei vielen andern Grünalgen und Flagellaten sog. Palmellastadien vor, d. h. vorübergehende Kolonien von einzelnen, kugeligen Zellen in einer Gallertmasse.

Aussehen und Bau: Die meist kurze, hell- bis dunkelgrüne, gallertlose Räschen bildenden Fäden sind oft dicht mit Bacillariaceen bewachsen. Die kurzzylindrischen, sämtlich teilungsfähigen Zellen besitzen einen wandständigen, gebogenen Chromatophoren (Fig. 19). Es werden zweierlei Zoosporen gebildet: Makrozoosporen von 13—15 μ Länge zu 1—16 pro Zelle und Mikrozoosporen von 10—17 μ zu 8—32 pro Zelle. Während diese meist 4 Geißeln besitzen, haben die ca. 7 μ großen Gameten nur 2. Nach der Kopulation entsteht eine dickwandige Zygote. Seltener werden unbewegliche Fortpflanzungszellen (Akineten) gebildet.

Oedogonium (οἰδεῖν = schwellen)

bildet kleine Räschen von unverzweigten Fäden in Flüssen, Bächen und Brunnen. Alle, im einzelnen schwer zu unterscheidenden Arten

sind leicht an einer eigentümlichen Kappenbildung an den Zellgrenzen zu erkennen (Fig. 20). Neben einer ungeschlechtlichen Vermehrung durch mit einem Wimperkranz ausgestattete Schwärmer (Fig. 20) kommt eine geschlechtliche mit Oogonien und Spermatozoiden vor. Die Oedogoniales stehen ganz isoliert da.

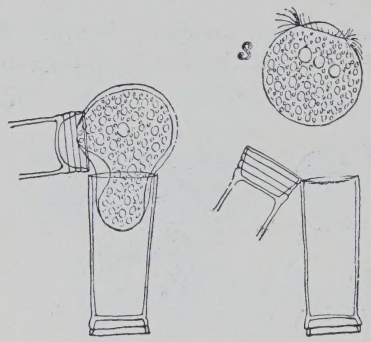


Fig. 20. *Oedogonium concatenatum.* Bildung der Schwärmsporen. *s* freie Schwärmspore (nach Hirn).

Cladophora glomerata (κλάδος = Ast, glomerare = zusammenballen) hat als Vertreter der Siphonocladiales (σίφων Röhre) und der Cladophoraceae einen reichverzweigten, gekammerten Thallus, dessen sehr große „Zellen" jedoch zahlreiche Kerne aufweisen und einen dichten Belag von kleinen Chromatophoren zeigen. *Cl. glomerata* bildet große, kräftige, dunkelgrüne Rasen in langsam fließenden Gewässern und an Seeufern. Viele der sehr zahlreichen (etwa 300) Arten leben auch im Meer- und Brackwasser.

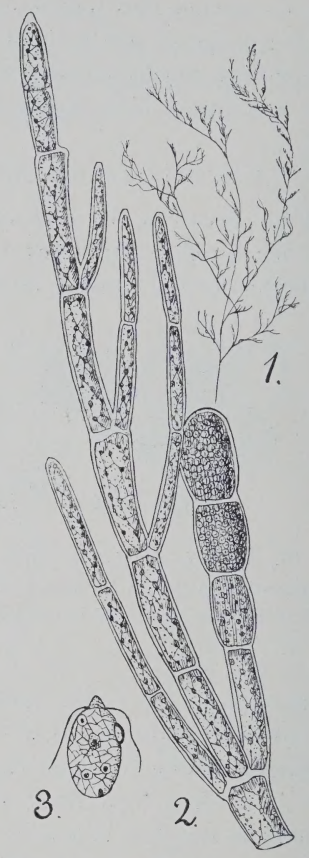


Fig. 21. *Cladophora glomerata.* 1. Habitus in nat. Gr. (nach Warming), 2. Thallusstück mit Sporangien vergr. (nach Kützing), 3. Schwärmspore (nach Strasburger).

Vaucheria (Vaucher ein Genfer Algenforscher)

gehört zu den Siphonales oder Schlauchalgen, deren oft reich gegliederter Thallus nicht in einzelne Zellen geteilt, also vielkernig

und ohne Scheidewände ist. Neben einer geschlechtlichen Vermehrung mit Oogonien und Antheridien kommt eine ungeschlechtliche mit vielgeißeligen (zusammengesetzten) Zoosporen vor

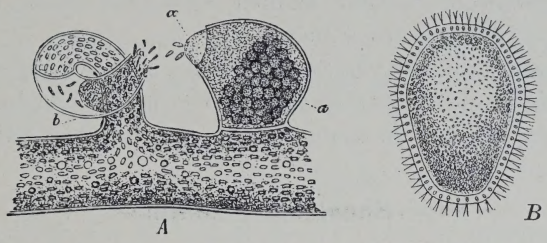


Fig. 22. *Vaucheria sessilis*. *A* Fadenstück mit Oogonium *a* und Antheridium *b*, *B* Zoospore (nach Warming und Strasburger).

(Fig. 22 *A B*). In Teichen, Bächen und Flüssen sind die großen, schwarzgrünen, manchmal auch freischwimmenden Rasen von *V. sessilis* häufig, andere Arten leben an Wasserfällen, Tuffquellen und auf feuchter Erde.

Rheophile Pilze

Leptomitus lacteus (λεπτός zart, μίτος Faden)

Vorkommen: wie bei *Sphaerotilus*, bes. im Winter, mesosaprob.

Stellung: Trotz der äußerlichen Ähnlichkeit mit *Sphaerotilus* handelt es sich um einen echten Pilz aus der Klasse der Phycomyceten (φῦκος Alge, μύκης Pilz), die durch einen meist einzelligen, vielkernigen Sproß und geschlechtliche Fortpflanzung charakterisiert sind. Wasserpilze finden sich nur in der Reihe der Oomyceten (ὠόν Ei) mit in Ei und Spermatozoen differenzierten Geschlechtszellen. Die Familie der Leptomitaceen besitzt Schlauchzellen ohne Querwände, aber mit Einschnürungen, während die verwandten Saprolegniaceen mit der Hauptgattung *Saprolegnia*,

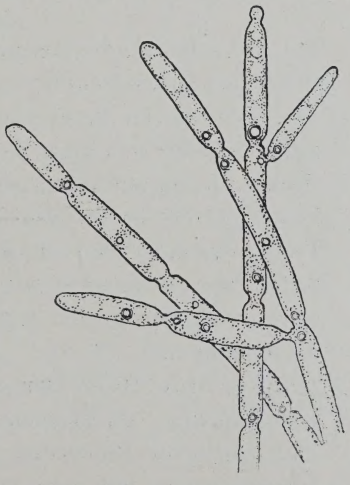


Fig. 23. *Leptomitus lacteus*, stark vergr. (nach Pringsheim).

die auf Algen, Fischen und bes. toten Insekten leben, keine Einschnürungen aufweisen.

Aussehen: weißliche, gelbliche oder schwärzliche Zotten, sog. „Lämmerschwänze", sehr ähnlich wie *Sphaerotilus*, aber mehr fedrig und mit dickern Fäden.

Bau: verzweigte Fäden von ca. 16 μ Dicke, an deren Einschnürungen stark lichtbrechende Körner sitzen. Die mit 2 Geißeln versehenen Schwärmer werden in zylindrischen Sporangien gebildet.

Rheophile Flechten

Verrucaria hydrela (verruca = Warze, ὑδρηλός = bespült)

Vorkommen: auf kalkarmem Gestein in Gebirgsbächen.

Stellung: eine Lichene oder Flechte, d. h. eine symbiotische Vereinigung eines Pilzes, meist eines Ascomyceten, mit einer Alge, wobei sehr mannigfache Gestalten zustande kommen, deren Lebensweise von der der Komponenten stark abweicht. Neben einer sehr ausgiebigen vegetativen Vermehrung, bes. durch sog. Soredien, die aus Algenzellen (Gonidien) mit sie umspinnenden Pilzfäden bestehen, findet eine geschlechtliche, ausschließlich durch den Pilz, statt, der seine Schläuche oder Asci (ἀσκός Schlauch) in besonderen Behältern bildet, die geschlossene Becher (Perithecien) oder offene Scheiben (Apothecien) bilden. Alle rheophilen Arten gehören zu den sog. Krustenflechten, deren Thallus sich der Unterlage fest anschmiegt oder sich sogar in sie hineinfrißt. Die meisten Wasserflechten leben auf kalkarmem Gestein in Gebirgsbächen, von kalkholden Arten sei *Verrucaria elaeomelaena* genannt. Die Gattung *Verrucaria* mit vielen teils an der Luft, teils unter Wasser lebenden Arten besitzt einen rissig-krustigen Thallus mit eingesenkten, schwarzen Perithecien und einzelligen Grünalgen (*Cystococcus*) als Gonidien.

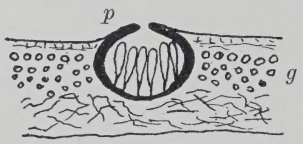


Fig. 24. Schematischer Schnitt durch den Thallus einer *Verrucaria*. *p* Perithecium mit Asci, *g* Gonidienschicht. (Orig.).

Aussehen und Bau: Der hellbräunlichgrüne Thallus bildet einen unregelmäßig zerrissenen oder zusammenhängenden Überzug. Ein deutlicher Randsaum ist nicht vorhanden, die kleinen Perithecien ragen mit dem mattschwarzen Scheitel etwas vor, die Schlauchsporen sind etwa dreimal so lang als breit.

Ionaspis suaveolens (ἴον = Veilchen, ἀσπίς = Schild) besitzt die sog. Veilchensteinalge (*Trentepohlia*) als Gonidie, dieser Name deutet an, daß der dünne, rötlichgraue Thallus einen eigentümlichen Geruch ausströmt.

Hadubrandia decipiens schmarotzt auf der vorbesprochenen Alge *Hildenbrandia*. Ihre Fruktifikationsorgane sind nicht für solche der Alge zu halten!

Rheophile Moose

Fontinalis (Dill. L.) Myr. (fontinalis v. fons in Quellen lebend)

Die Gattung Fontinalis weist über 50 Arten auf, von denen manche sehr formenreich und daher oft schwer zu bestimmen sind. Für Mitteleuropa sind 5 Arten sicher nachgewiesen. Außerdem sind zahlreiche andere, z. T. zweifelhafte Spezies beschrieben worden.

Fontinalis antipyretica L.

(ἀντί = gegen, πῦρ = Feuer, Fieber) ist die verbreitetste und bekannteste Art.

Fundorte. Durch ganz Mitteleuropa, von der Ebene bis in die Voralpen gedeiht sie bei sehr verschiedenen ökologischen Bedingungen: im ruhigen warmen, im schnellfließenden kalten Wasser der Gebirgsbäche, in moorigen, kalkreichen oder kalkarmen Gewässern, an der Sonne und im Schatten bildet sie glanzlose, dunkelgrüne bis schwärzliche Rasen. Die dreikantigen bis runden Stengel sind stark verzweigt, die Laubblätter breit eiförmig bis schmal lanzettlich, scharf gekielt, nachenförmig.

Fig. 25. Äste von *Fontinalis antipyretica* L. $^2/_3$ nat. Gr. *a forma vulgaris*, *b* var. *gracilis* Schpr. (Fig. *b* nach Mönkemeyer.)

Bau und Anpassungen. Da die Einwirkung der äußeren Einflüsse auf die Formgestaltung bei dieser Art sich besonders schön beobachten läßt, sei hier kurz auf diejenigen Formen hingewiesen, die am deutlichsten die mechanische Wirkung des fließenden Wassers wiedergeben:

fo. vulgaris (vulgaris = gemein) ist am häufigsten. Sie ist ziemlich starr, unregelmäßig, spreizend, ästig, die Äste stumpf zugespitzt. Die Blätter stark kielig, nicht oder kaum geöhrt, am Grunde zurückgeschlagen, breit zugespitzt.

fo. tenuis Card. (tenuis = dünn) ist etwas zarter. Die Blätter aus kälteren Bächen deutlich gekielt, zugespitzt; aus stehenden, wärmeren Gewässern mehr rundrückig mit abgestumpfter Spitze. Die Form bildet den Übergang zu

var. gracilis Schpr. (gracilis = schlank) (= Font. gracilis Lindb. = F. parsifolia Limpr.). Sie ist die zarteste Form und findet sich als sehr schlanke, 40 cm lange, dichtästige Pflanze in schnellfließenden Bergbächen, jedoch ziemlich selten. Die Äste sind dünn, spitz und parallel gestellt. (Vergl. die Blattzipfel von *Ranunculus fluitans*.) Die sehr schmalen Blätter sind flachrandig, oft eher rundrückig als gekielt (Fig. 25 *b*).

Wenn wir eine kräftige, breitblätterige Form, z. B. *fo. latifolia* oder *fo. livonica* des stehenden und langsam fließenden Wassers mit der letztgenannten vergleichen, so finden wir solche Unterschiede, daß es sich rechtfertigen würde, sie als besondere Art zu bezeichnen, wenn nicht eine lückenlose Reihe von Zwischenformen dieselben als „Anpassungsformen" erkennen ließen.

Ausgesprochen rheophil ist ferner

Fontinalis squamosa L. (squamosus = schuppig, beschuppt)

Diese Art ist in schnellfließenden Gebirgsbächen von Nordeuropa bis in die Alpen ziemlich verbreitet und bildet tiefgrüne bis schwarze, glänzende Rasen. Die Stengel besitzen büschelige, anliegende, drehrund beblätterte Äste. Die Blätter sind aus breiter Basis lanzettlich, rinnig, hohl, rundrückig, flach und ganzrandig.

Cinclidotus P. B. (*κιγκλίξομαι* = schnell hin und her bewegt werden)

Die Arten dieser Gattung haben mit *Fontinalis* sehr große Ähnlichkeit und bewohnen auch die gleichen Standorte. An Steinen, Holz und Baumwurzeln längs der fließenden Gewässer findet sie sich überall zerstreut vor bis zu Höhen von 1500 m über Meer.

Ihre Befestigung an der Unterlage geschieht durch rotbraune Rhizoide. Die Blätter zeichnen sich durch einen wulstig verdickten Saum aus.

Anpassungsformen sind bei dieser Gattung weniger charakteristisch und auffallend als bei *Fontinalis*.

Außer diesen beiden häufigsten, für das fließende Wasser sehr charakteristischen Arten gibt es noch eine große Anzahl rheophiler Bryophyten, die in Wildbächen, rasch fließenden Flüssen und Bächen der Ebene, an Stromschnellen und Wasserfällen sehr verbreitet sind.

Wo verschiedene Formen einer Art oder verschiedene Arten einer Gattung für bestimmte Strömungsgeschwindigkeiten charakteristisch sind, kann man allgemein konstatieren, daß die Bewohner starker Strömung durch Rhizoiden enger befestigt sind, feinere, schmälere Gestalt aufweisen und ganzrandige Blätter besitzen, auch wenn bei nah verwandten Formen dieselben stark gezähnt sein können. (Vergl. z. B. *Cratoneurum commutatum* [Hedw.] Roth ex pte. Moenkem.)

Rheophile Phanerogamen

Ranunculus fluitans Lam. (= Batrachium fluitans Wimmer)
(ranunculus = Fröschchen, fluitans = schwimmend)

Fundorte: Größere Bäche und Flüsse der Ebene. Diese ausgesprochen rheophile Art der Gruppe oder des Subgenus *Batrachium* bildet in Bächen und Flüssen meist große flutende Schwaden, welche selbst der Schifffahrt hinderlich werden können. Ihre nächsten Verwandten sind z. T. häufige Bewohner langsam fließender und stehender Gewässer.

Fig. 26. Blütensproß von *Ranunculus fluitans* Lam.

Die bis 6 m langen, stielrunden, kahlen, verzweigten Stengel sind untergetaucht, im Wasser flutend. Die Laubblätter sind meist alle untergetaucht, vielfach geteilt, 7—16 cm lang, mit Ausnahme der obersten länger als die Stengelglieder, die unteren gestielt, die oberen sitzend. Ihre borstenförmigen bis fädlichen Zipfel sind im Gegensatz zu nah verwandten Bewohnern langsam fließender und stehender Gewässer nur wenig spreizend, meist sogar nahezu parallel ausgebreitet und neben- und übereinander liegend. Selten finden sich nierenförmige, gelappte Schwimmblätter. Die langgestielten Blüten stehen den Laubblättern gegenüber und erheben sich über die Wasserfläche. Ihre Honigblätter sind 5—10 mm lang, am Grunde gelb. Auf dem

kahlen oder selten behaarten Fruchtboden stehen die kahlen, kurz beschnabelten Früchte.

Bau mit Berücksichtigung der Anpassung. Die Ausbreitung der flutenden Hahnenfüße geschieht häufig durch Fortschwemmen abgetrennter Stücke. Durch die an den Knoten entspringenden Adventivwurzeln, die sogenannten „Beiwurzeln“ wird die Pflanze verankert. Die Stengel enthalten im Gegensatz zu vielen anderen Wasserpflanzen die kollateralen Leitbündel der Sproßachse nicht zu einem zentralen Strang vereinigt, sondern sie liegen zerstreut im Grundgewebe in der Nähe der Peripherie. Im Sproß fehlen größere Luftgänge. Ein zentraler Hohlraum entsteht erst in älteren Stengelteilen durch Auflösen eines Teils des Marks. Von den Blättern kann im allgemeinen gesagt werden, daß sie in

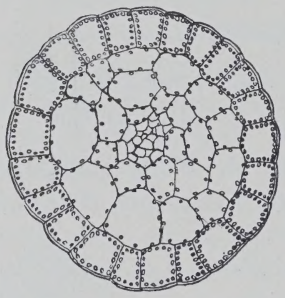


Fig. 27. Querschnitt durch den Zipfel eines Wasserblattes von *Ranunculus fluitans* Lam.

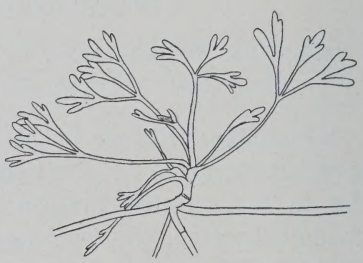


Fig. 28. Landform von *Ranunculus fluitans* Lam. (Nach Goebel.)

langsam fließendem Wasser kürzer und bisweilen auch mehr gespreizt sind. Auch die Blütenstiele sind in diesem Fall kürzer und gelegentlich treten Schwimmblätter auf. Auf Grund dieser Verschiedenheiten werden mehrere Variationen unterschieden. Die Blätter sind radiär gebaut und besitzen eine chlorophyllreiche Epidermis, welche ein zartes Grundgewebe mit zentral gelegenem Leitbündel einschließt.

Infolge andauernden Untertauchens ist eine Bestäubung der Blüten oft ausgeschlossen, und die Früchte schlagen fehl. Die Pflanze vermag, wie die übrigen Batrachier, bei sinkendem Wasserstand sogenannte Landformen zu erzeugen, welche als aufrecht wachsende Seitensprosse an den vorher flutenden Sproßachsen auftreten. Form und Bau dieser Blätter weichen von denjenigen der Wasserform sehr ab.

Andere Hahnenfußarten

In Bächen und Gräben finden sich außerdem gelegentlich folgende Arten, die jedoch ihre Hauptverbreitung in stehenden und langsam fließenden Gewässern haben:

Ranunculus flaccidus Pers. (flaccidus = schlaff) (= R. trichophyllus Chaix., = R. divaricatus Schrank.) ist bis in die alpine Region vereinzelt anzutreffen.

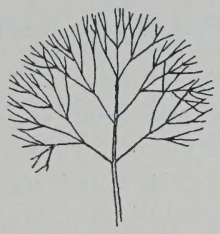


Fig. 29. Laubblatt von *Ranunculus flaccidus.*

R. aquatilis L. (= *Batrachium aquatile* Wimm.). Diese Art findet sich fast nur in der Ebene.

R. circinatus Sibth. (*circinatus* = kreisförmig) (= *R. stagnalis* Wallr. = *R. rigidus* Hoffm. = *Batrachium divaricatum* Wimm.) geht nur selten in fließendes Wasser wie Flüsse, Bäche, Gräben. Er kommt nur in der Ebene vor.

Diese drei Arten, von denen die ersten beiden nur schwer voneinander zu unterscheiden sind, zeichnen sich durch kurze, im Wasser spreizend ausgebreitete Blattabschnitte aus. Dadurch erhalten die Blattumrisse ungefähr Kreisform (vergl. circinatus, lat. circes = Kreis) im Gegensatz zu Blättern von *R. fluitans*, die stark verlängerte Blattzipfel besitzen. (Vergl. Fig. 26 mit Fig. 30.)

Fig. 30. Oben: *Ranunculus Lingua f. submersus* Glück. Unten: *Ranunculus Flammula* subsp. *reptans f. submersus* (nach Glück).

Außerdem kommen gelegentlich Wasserformen von *R. Lingua* und *R. Flammula* vor. Während bei submerser Lebensweise erstere, *R. Lingua* L. *f. submersus* Glück, eine starke Vergrößerung der Blätter zeigt, weist *R. Flammula* subsp. *reptans* (L.) Schinz und Keller *f. submersus* Glück eine Flächenreduktion auf.

Potamogeton

Unter den Laichkräutern, der Gattung Potamogeton, gibt es keine Arten, die nur fließendes Wasser be-

wohnen. Immerhin treten *Potamogeton densus* L. und *P. pectinatus* L. häufig in fließendem Wasser auf und scheinen dasselbe dem stehenden Wasser vorzuziehen.

Potamogeton densus L. (ποταμός = Fluß; γείτων = benachbart, befreundet; densus = dicht)

Fundort. Im seichten, fließenden und auch im stehenden Wasser. Stellenweise häufig.

Bau und Anpassung. Der rundliche, bis 30 cm lange Stengel geht von einer kriechenden, mehr oder weniger verzweigten Grundachse aus. Die Blätter sind nahezu gegenständig und infolge der kurzen Stengelinternodien die Paare einander genähert, sämtliche untergetaucht. Währenddem sie im stehenden Wasser breiteiförmig und 5—7nervig sind, besitzen die Varietäten des fließenden Wassers bedeutend schmälere Blätter: bei

Fig. 31. *Potamogeton densus.* Oberer Teil eines blühenden Sprosses.

Var. serratus Aschers. (serratus = gezähnt) sind sie lanzettlich, meist nur schwach rinnig oder ganz flach dreinervig.

Var. setaceus Rchb. (seta = Stachel, Borste) besitzt lineal-lanzettliche, nicht über 3 mm breite Laubblätter.

Potamogeton pectinatus L. (pectinatus = gekämmt)

Besitzt eine dünne, kriechende, ziemlich stark verzweigte Grundachse, die sich durch die Bildung stärkereicher Knollen auszeichnet. Die Stengel sind fadenförmig, stark verzweigt und können 2—3 m lang werden. Die Blätter sind schmal, grasartig und bieten daher dem Fließen des Wassers nur geringen Widerstand.

Von den übrigen, vorwiegend ruhiges Wasser bewohnenden Arten gehen auch in das fließende Wasser und sind in hohem Maße an die Wasserbewegung anpassungsfähig: *P. natans* L., *P. fluitans* Roth., *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulfen., *P. lucens* L.

Potamogeton natans L. (natans = schwimmend)

Fundorte: Außer in Seen, Teichen und Gräben findet man diese Pflanze auch im fließenden Wasser.

Bau und Anpassung. Sie vermag sich durch eine Änderung ihrer Blattform in hohem Maße der Stärke der Strömung anzupassen:

Var. ovalifolius Fieber (ovalis = eirund, folium = Blatt), die Form des langsam fließenden Wassers, besitzt an kurzen Stielen eiförmige, am Grunde abgerundete, undeutlich herzförmige oder kurz in den Blattstiel verschmälerte Schwimmblätter.

Var. prolixus Koch (prolixus = verlängert, lang) ist besonders in rasch fließendem Wasser zu finden.

Die Laubblätter sind an stark verlängerten Blattstielen, lanzettlich, gewöhnlich nicht über 2—3 cm breit und bis 11 cm lang. Der Blattgrund ist abgerundet oder verschmälert.

P. fluitans Roth. In Flüssen, Seen und Abzugsgräben bis in die Alpentäler.

Wenn auch nicht sicher feststeht, daß diese Pflanze als Art angesehen werden darf, so sei hier trotzdem auf die interessante Erscheinung hingewiesen, daß sie im fließenden Wasser periphere Faserbündel entwickelt, während solche im stehenden Wasser durchwegs fehlen.

P. perfoliatus L. (perfoliatus = reichbeblättert). In Seen, Teichen, Flüssen, Kanälen, stellenweise massenhaft.

Habitus und Blattform sind je nach Standort sehr veränderlich; während die Blätter in stehenden Gewässern fast kreisrund sind, besitzt die häufigste Form in Flüssen eilanzettliche Blätter.

In stark fließenden, kalten Gewässern, besonders der Gebirge wächst die var. gracilis Fries mit langen, dünnen Stengelgliedern und dünnhäutigen, stark durchscheinenden, rundlichen bis schmal lanzettlichen Blättern.

P. lucens L. (lucens = leuchtend, glänzend). In Flüssen, Seen, Teichen und Gräben häufig.

Die gewöhnlich länglich-lanzettlichen Blätter werden im fließenden Wasser bei der var. longifolius Cham et Schlecht linealisch, bis 40 cm lang und bis 3 cm, im Minimum 1 cm breit und sind langgestielt.

Die übrigen, oben genannten *Potamogeton*-Arten zeigen ebenfalls, je nach Standort, eine ähnliche Formveränderung der Blätter, wie sie uns von den beschriebenen Typen her bekannt ist.

Oenanthe fluviatilis Coleman (*οἰνάνθη* = Rebenblüte; fluviatilis = flußbewohnend)

Fundorte. Flüsse, Gießen und Bäche der Ebene.

Die vielfach auch als Varietät von *O. aquatica* betrachtete Umbellifere ist die einzige phanerogame Art der Uferpflanzen, welche normalerweise nur fließendes Wasser bewohnt. Durch den Umstand, daß sie im stehenden Wasser eine Reduktion aller vegetativen Teile erfährt, erweist sie sich als dem strömenden Wasser besonders gut angepaßt. Merkwürdigerweise ist sie in

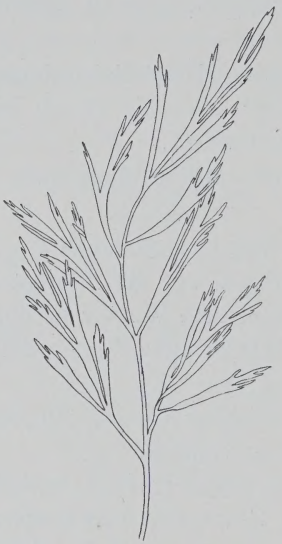


Fig. 32. Primärsegment eines Wasserblattes von *Oenanthe fluviatilis*. $^1/_2$ nat. Gr. (nach Glück).

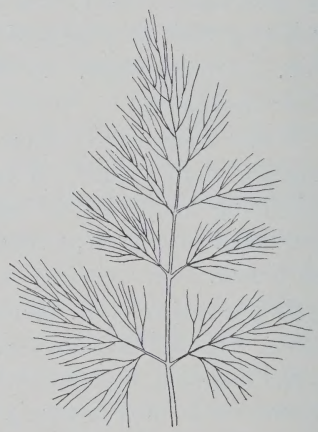


Fig. 33. Primärsegment eines Wasserblattes von *Oenanthe aquatica*. $^1/_2$ nat. Gr. (nach Glück).

deutschen Gebieten den meisten Botanikern lange Zeit völlig unbekannt geblieben, trotzdem sie ansehnliche Größen erreichen kann. In verschiedenen Gewässern bildet sie förmliche Wiesen von mehreren Quadratmetern Fläche. Die Stengel werden gelegentlich über 2 m lang und erreichen nahezu die Dicke des kleinen Fingers.

Bau und Anpassungen. Durch folgende morphologische und biologische Merkmale ist sie leicht von der nahverwandten *O. aquatica* zu unterscheiden: die bis 235 cm langen, stark verzweigten Sprosse von *O. fluviatilis* liegen horizontal im Schlamm oder fluten im Wasser; bei *O. aquatica* dagegen stehen sie stets

aufrecht. Die untersten Internodien der Sprosse von *O. fluviatilis* kriechen dem Boden entlang und bilden an den Knoten Adventivwurzeln, die über $^1/_2$ m lang werden können und Seitenwürzelchen tragen. Außerdem sind solche Wurzeln auch auf der dem Boden zugekehrten Seite der Internodien in regelloser Anordnung zu finden. Die 2—3fach fiederteiligen Laubblätter haben bei dieser Art in der Regel flossenartig verbreitete Endsegmente (Fig. 32); bei *O. aquatica* dagegen sind sie schmal-lineal (Fig. 33). Außerdem zeichnen sich jene durch ihre viel größeren Dimensionen aus; sie werden bis 61 cm lang.

Es scheint somit bei *O. fluviatilis* das vegetative Entwicklungsstadium vorherrschend zu sein. An vielen Plätzen und im tiefen Wasser lebt die Pflanze überhaupt das ganze Jahr untergetaucht, ohne zu blühen. Bei *O. aquatica* findet sich dagegen viel größere Neigung zum Blühen und Fruchten.

Die Dolden sind flach, kurz gestielt, die Hülle ist armblätterig oder fehlt ganz. Die reichblütigen Döldchen besitzen zahlreiche, pfriemliche Hüllblättchen. Die Kronblätter sind weiß. Die längliche Frucht ist mit 5 breiten, stumpfen, lufthaltiges Schwimmgewebe enthaltenden Rippen ausgerüstet.

Die submerse Wasserform von *O. fluviatilis* setzt auch während des Winters durch Neubildung von Blättern ihr Wachsen fort.

Im übrigen tritt diese Art normalerweise stets im fließenden, *O. aquatica* dagegen stets im stehenden Wasser auf.

Berula angustifolia (L.) Koch (berula = eine zu den Kressen gehörende Pflanze, angustifolius = engblätterig) (= Sium erectum Huds.)

Fundorte. Diese Art ist eine der häufigsten Wasserumbelliferen der Gräben und Bäche der Ebene. Ihre gewöhnlichste und verbreitetste Form lebt im Seichtwasser; außerdem kommen aber auch submerse Wasserformen und Landformen vor. Für viele Flußgebiete bilden die Wasserformen einen charakteristischen Bestandteil der untergetauchten Flora. Sie finden sich sowohl im stehenden als im schnellfließenden Wasser. In letzterem bilden sie oft viele Quadratmeter große, dichte Bestände. Ihre hellgrüne Farbe steht in auffälligem Kontrast zu den gelegentlich sie begleitenden schwarzen Moosteppichen von *Fontinalis antipyretica* und *Cinclidotus*. *Berula* kommt gewöhnlich in Wassertiefen von 15—80 cm vor, doch wurde sie auch schon bei 170 cm beobachtet.

Bau und Anpassungen. Sie besitzt eine faserige Grundachse, welche im Boden kriechende Ausläufer mit wurzelnden

Fig. 34. Wasserblätter von *Berula angustifolia* aus 40 cm tiefem, fließendem Wasser. $^1/_2$ nat. Gr. (Nach Glück.)

Tochtersprossen erzeugt. Die Laubblätter sind einfach gefiedert mit eiförmig bis länglich ungleich- und oft doppelt-gesägten Abschnitten.

Die Formen des fließenden und stehenden Wassers sind in der Hauptsache gleich. Dagegen weisen die ersteren einige Sonder-

Maßtabelle für die Standortsformen von Berula angustifolia

(nach Glück)

	Stehendes Wasser		Fließendes Wasser			
	A	B	C	D	E	F
Standortsverhältnisse	30—50 cm tiefes Wasser	120 cm tiefes Wasser, beschattet von den Wänden eines Kanals	Wassertiefe 40—80 cm, schwache Strömung, 10 Standorte	Wassertiefe 140—170 cm, 1 Standort i. d. Büttlach bei Pottenstein	Wassertiefe 30—50 cm, starke Strömung, 4 Standorte	Wassertiefe 15—20 cm, starke Strömung, 5 Standorte
Länge der von zwei Laubsprossen begrenzten Rhizomstücke	—	bis 36 cm	11—30 cm	9—26 cm	15—23 cm	—
Größe der Ausläuferinternodien	2,8—9 cm l. 1,5—3,5 mm d.	4—10 cm l. 1—5 mm d.	(1,6) 4—8,4 (17) cm l. (1) 1,5—4 mm d.	(0,7) 3,4—8 cm l. 0,8—2,2 mm d.	(1,5) 2,5—6 (8) cm l. (1) 1,5—3,2 mm d.	2,2—4,2 (6) cm l. 1—1,2 (1,7) mm d.
Gesamtlänge der Blätter	(3) 7—20 cm	20—44 cm	(8,5) 17—33 (45) cm	12—21 (27) cm	7—17 (19) cm	6,5—11,5 (18) cm
Anzahl der Segmentpaare	(2) 3—5 und 1 unpaares	6—7 und 1 unpaares	4—5 (selten 2—3 od. 6—7) und 1 unpaares	(2) 4—6 und 1 unpaares	2—3 (5) und 1 unpaares	4—5 und 1 unpaares
Größe der Blattsegmente	(5) 15—33 mm l. (3) 5—17 mm br.	(12) 17—48 mm l. (7) 11—25 mm br.	(11) 18—48 mm l. (8) 10—27 mm br.	13—33 (42) mm l. 9—18 (20) mm br.	(12) 14—32 mm l. (7) 9—17 mm br.	7—23 (27) mm l. 6—14 (19) mm br.
Blattstiel	$^1/_2$—1 mal so lang als die Spreite	$^3/_4$—1 mal so lang als die Spreite, 2,5—4 mm dick	($^1/_2$) 1—2 mal so lang als die Spreite, (1,2) 2—3,2 mm dick	$1^1/_2$—2 mal so lang als die Spreite, 2—3 mm dick	1—$1^1/_2$ mal so lang als die Spreite, 1—2,5 mm dick	$1^1/_2$—2 mal so lang als die Spreite, 1,2—2,5 mm dick

heiten auf, die als Anpassung an die Wasserbewegung gelten können. Im fließenden Wasser sind die Blattstiele länger, oft doppelt so lang wie im ruhigen Wasser. (Vergl. Form A mit C der Maßtabelle.) Häufig sind Blattstiel und -spindel sonderbar gekrümmt; die Blätter haben gebogene oder sogar gerollte Ränder.

Diese Erscheinungen stehen in direktem Zusammenhang mit der mechanischen Wirkung des fließenden Wassers und können besonders als Anpassungen an die wirbelnde Bewegung des Wassers angesehen werden.

Außer durch die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers wird die Blattform beeinflußt durch die Tiefe desselben und durch die Lichtstärke.

Die üppigsten Wasserformen finden sich gewöhnlich im langsam fließenden Wasser, in Tiefen von 40—80 cm (siehe Form C). Tiefer wachsende Pflanzen erreichen geringere Dimensionen (siehe Form D). Beschattung verursacht eine Vergrößerung der Blätter (siehe Form B). Reißende Strömung, wie sie z. B. in der Nähe von Wasserfällen vorkommt, hindert die kräftige Entfaltung der Pflanze, was sich besonders bei der Gestaltung der Blattform geltend macht. Je geringer die Wassertiefe an solchen Stellen, umso größer ist die Wirkung auf die Pflanze, d. h. umso kleiner bleibt diese. (Vergl. Form F mit C der Maßtabelle.)

Im fließenden Wasser können gelegentlich vergrünte Blütenstände beobachtet werden, an Stengeln, die nicht imstande sind, sich in der Strömung aufrecht zu halten.

Die Wasserformen überdauern den Winter sehr gut, sofern sie nicht im Eis eingefrieren.

Bei submerser Lebensweise ist die Vermehrung ausschließlich vegetativ; sie geschieht durch die einwurzelnden Ausläufer.

Helosciadium nodiflorum Koch. (ἕλος = Sumpf; σκιά = Schatten; nodus = Knoten; flos = Blume)

Ebenfalls eine Umbellifere, erinnert in ihrem Habitus sehr an vorige Art und steht ihr auch durch das ähnliche biologische Verhalten am nächsten.

Fundorte. Die Wasserform bewohnt meistens Gräben mit schwach fließendem Wasser, doch wächst sie gelegentlich auch in stehendem Wasser. Sie ist aber, wie diese Art überhaupt, viel seltener als *Berula angustifolia.*

Bau und Anpassung. Für die wichtigsten biologischen Erscheinungen der Form des fließenden Wassers kann auf *Berula* verwiesen werden.

Veronica Anagallis L. (Anagallis = Pimpernell)

In diesem Kollektivtypus sind 3 verschiedene Arten enthalten. 1. *V. Anagallis* (L.), 2. *V. aquatica* Berch, 3. *V. anagalloides* Guss. Letztere bewohnt die wärmeren Regionen von Südeuropa und Nordafrika. Sie ist im mitteleuropäischen Florengebiet nicht nachgewiesen und fällt daher hier nicht in Betracht.

Bau und Anpassung. Die beiden ersten Arten bilden sowohl Land- als Wasserformen. Die submersen Wasserformen sind nicht leicht auseinander zu halten. Glück weist auf folgende Unterscheidungsmerkmale hin: „Während die Wasserformen von *V. Anagallis* zumeist mehr oder minder verästelt sind, sind die von *V. aquatica* meist unverzweigt. Stark verschmälerte, lineal-lanzettliche Blätter, wie sie der Wasserform von *V. aquatica* häufig zukommen, habe ich bei *V. Anagallis* kaum gesehen. Ein sehr gutes Merkmal geben schließlich die Haarbildungen ab. Die Wasserform der *V. Anagallis* ist gänzlich kahl, die der *V. aquatica* ist sehr häufig dicht, mit langen, abstehenden Zottenhaaren an den Internodien besetzt.“

Diese Formen sind bis heute noch wenig studiert. Die Wasserform von *V. Anagallis* (L.) wurde von Glück nur in fließendem Wasser, an zahlreichen Standorten beobachtet. Von der Landform unterscheidet sie sich durch die üppige Entwicklung aller vegetativen Teile, sowie durch das Fehlen von Blüten.

Die submerse Achse übertrifft die Achse der Landform um das 2—3fache an Länge. Sie ist im Gegensatz zu letzterer stark verzweigt. Die gleichen Größenunterschiede gelten für die Länge der Blätter. Dagegen sind die Wasserblätter etwas schmäler als die Landblätter, länglich, nach der Basis in der Regel stark verschmälert. (Bei der Landform halb stengelumfassend mit breiter Basis.) Ihre Spreiten sind sehr dünn und zart, hellgrün, bisweilen aber, besonders im Spätherbst, oben olivgrün, unten rotviolett.

Veronica aquatica Bernh. (aquaticus = wasserbewohnend)

Im großen ganzen finden wir hier dieselben Anpassungen an das Wasserleben wie bei der vorigen Art: üppige Entwicklung

der vegetativen Teile, äußerst seltene Blütenbildung. Dagegen sind die Stengelinternodien auffallend verkürzt, so daß die submerse Achse aus 2—3mal mehr Internodien zusammengesetzt ist als die Achse der Landform. Besonders bemerkenswert ist das

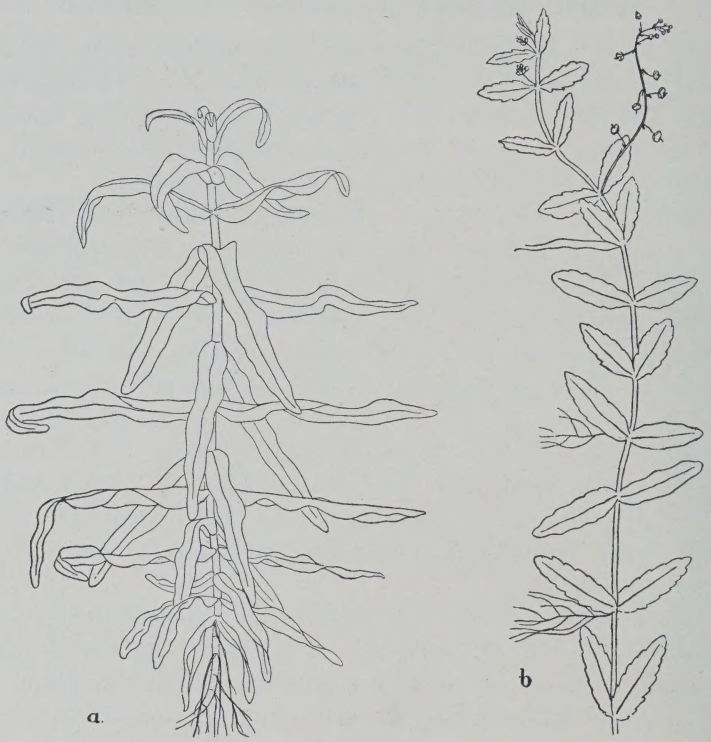


Fig. 35. *Veronica aquatica*. *a forma submersa* Glück mit wellig verbogenen Blattspreiten. *b* Zweigspitze einer Seichtwasserform. (Beide Fig. $^1/_2$ nat. Gr.) Nach Glück.

häufige Auftreten dichter Behaarung, welche die Achse stellenweise überzieht, während sonst als Regel gelten kann, daß beim Übergang zum Wasserleben eine allfällige Behaarung verschwindet. Die übrigen Eigenschaften, durch welche diese Wasserform sich von derjenigen der *V. Anagallis* unterscheidet, wurden eingangs angeführt.

Veronica Beccabunga L.

Fundorte: Nach Glück wurde die Wasserform ausschließlich in fließendem Wasser beobachtet. In vielen Bächen und Gräben bildet sie bei 10—50 cm Wassertiefe und selbst an Orten, wo das

Wasser reißend fließt, geschlossene, untergetauchte Rasen. Im schnell fließenden, seichten Wasser sind diese dicht, bei größeren Wassertiefen dagegen locker; die Vegetation erleidet im Winter keinen Unterbruch; sie ist im Gegenteil dann besonders üppig.

Bau und Anpassung. Die Biologie von *V. Beccabunga* ist sehr ähnlich wie bei den beschriebenen Arten dieser Gattung. Beachtenswert ist bei der Wasserform die Umbiegung der Blattränder nach unten, besonders bei Formen in seichtem, rasch strömendem Wasser. Analog wie bei *Berula* handelt es sich um eine Blattform, die gegen Verletzung durch die Strömung besser geschützt ist, als das flach ausgebreitete Blatt.

In langsam fließendem Wasser ist der Rasen locker, die Äste können frei flottieren, ihre Blätter sind etwas größer als im schnell fließenden Wasser.

Mentha aquatica L. (mentha = Münzkraut)

Fundort. Wasserformen dieser Uferpflanze kommen im stehenden und fließenden Wasser vor. Am Rande der Bäche und Wassergräben entstehen öfters solche Formen durch Mitreißen in der Strömung und sekundäre Umbildungen der Luftsprosse.

Bau und Anpassung. Die Hauptachsen, die mehr als ein Meter lang sein können, weisen eine reichliche Verzweigung auf. Die tiefer gelegenen Sproßachsen kriechen auf dem Grunde und besitzen an den Internodien parallele Reihen einer Unmenge von Adventivwurzeln. An den beblätterten Stengeln fehlen solche oder entspringen einzeln oder paarweise in den Achseln der Laubblätter.

Die Vermehrung ist vorwiegend vegetativ und geschieht durch Ausläufer. Bei genügender Wassermenge kann die Wasserform während des ganzen Winters grün bleiben, zu einer Zeit noch, da die oberirdischen Sprosse der Landform abgestorben sind.

Nasturtium officinale R. Br. (nasus = Nase, torquere = drehen?, officinalis = gebräuchlich)

Fundort. Die Pflanze findet sich hauptsächlich im fließenden Wasser kleiner Bäche und Gräben, wo sie selbst in reißender Strömung in Tiefen von 10—60 cm kleine, dichte Rasen bilden kann. Im stehenden Wasser kommt sie meist nur isoliert vor.

Bau und Anpassung. Die Hauptentwicklung von *Nasturtium officinale* liegt im Winter, so daß sie gerade in dieser Jahreszeit

besonders üppig vegetiert. Für uns fällt hier nur die Form des fließenden Wassers in Betracht. Ihre Stengel sind wagrecht in der Richtung der Strömung ausgebreitet, gewöhnlich stark verzweigt und durch zahlreiche Adventivwurzeln, die in Büscheln von den Blattachseln ausgehen, im Boden verankert.

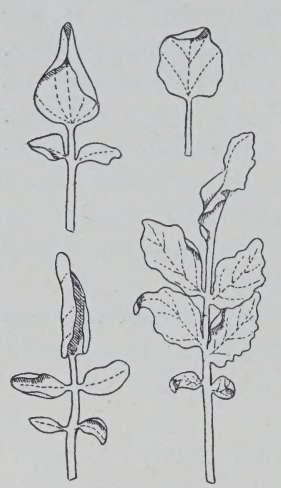


Fig. 36. *Nasturtium officinale.* Blätter einer Wasserform aus 30 cm tiefem, schnellfließendem Wasser. Untenansicht der Blätter. $^2/_3$ nat. Gr. (Nach Glück.)

Die Wasserblätter sind verhältnismäßig zart, halb durchsichtig. Ihre Ränder sind stark verbogen, oft rückwärts umgeschlagen bis zur Entstehung einer Röhren- oder Trichterform. Der Umstand, daß diese Erscheinung besonders schön in stark fließendem Wasser auftritt, weist auf die Anpassung an die Strömung hin.

Vollkommen untergetaucht überdauert *Nasturtium officinale* den Winter.

Sparganium simplex Hudson (*σπάργανον* = Windel, simplex = einfach)

Fundorte: Wir betrachten hier die Form des raschfließenden Wassers, wie sie in größeren und kleineren Bächen und Gräben häufig zu finden ist. Übrigens sind die Blattbildungen der Formen stehender und fließender Gewässer unwesentlich verschieden.

Bau und Anpassung. Die Pflanze vermag dem jeweiligen Standort entsprechend ihre linealen Blätter zu Wasser-, Schwimm- oder Luftblättern auszubilden, ohne aber dabei die lineale Gestalt zu verlieren. Eine kurze Sproßachse trägt zweireihig angeordnete, aufrecht stehende oder im Wasser flutende Blätter. Außerdem entstehen unterirdische, horizontale Ausläufer mit ähnlichen Tochtersprossen.

Die bandförmig schmalen Blätter sitzen an einer kaum 2 cm langen, gestauchten Achse. Im Frühjahr und Sommer besitzt die Pflanze meist nur Wasserblätter, die im Herbst allmählich von Schwimmblättern abgelöst werden. Die Dimensionen der ersteren betragen nach Glück 26—120 cm × 1,8—12 mm. Wären sie nicht zart und schlaff, so könnte diese Form von *Sparganium simplex* leicht mit *Scirpus lacustris* verwechselt werden.

Viel derber ist das Schwimmblatt, das dem Wasser aufliegt, eine kaum benetzbare Oberfläche hat und bis zu 2 m lang wird.

Den typischen Formen des fließenden Wassers fehlen die Blütenstände.

Scirpus lacustris L. (scirpus = Halm; lacustris = seebewohnend)

Fundort. Bewohnt stellenweise auch das fließende Wasser und zwar sowohl den Rand träge fließender Flüsse als auch Bäche und Gräben mit starker Strömung.

Bau und Anpassung. Die schmal bandförmigen Blätter erreichen infolge der mechanischen Einwirkung des Wassers noch größere Längen als im stehenden Wasser. Selbst in Wasser von geringer Tiefe (50 bis 70 cm) werden sie mehr als 1 m lang. Selbst Längen von 237 cm wurden schon gemessen. Die Spreite zeigt keinen Unterschied zwischen Ober- und Unterseite. Neben den halmlosen Blattsprossen kommen die sterilen, blatttragenden Halme nur sehr vereinzelt vor. Auch sie folgen untergetaucht oder kaum über den Wasserspiegel erhoben der Stromrichtung.

Butomus umbellatus L. (*βούτομος* Sumpfpflanze der Griechen Etym.?, umbellatus = sonnenschirmförmig)

Bildet in fließendem Wasser ebenfalls eine besondere Form. Die langen, schlaffen, dreiseitig abgeplatteten, hellgrünen Blätter werden hier etwas länger als im stagnierenden Wasser. Sie können die stattliche Länge von 190 cm, aber auch bis 270 cm bei 8 mm Breite erreichen.

Wo *Butomus* im tiefen Wasser vorkommt und am Blühen verhindert ist findet vegetative Vermehrung statt, indem kleine Knospen sich vom Rhizom abtrennen und zu selbständigen Individuen werden.

Sagittaria sagittifolia L.

Fundort. fo. *vallisneriifolia* Cosson et Germain findet man vollständig untergetaucht im fließenden oder im tiefen, ruhigen Wasser.

Bau und Anpassung. Die Formen des fließenden Wassers unterscheiden sich von denen des stehenden Wassers durch verschiedene Merkmale, die auf die Anpassung an die mechanische Tätigkeit der Strömung hinweisen: die ganze Pflanze ist kräftiger entwickelt als in gleich tiefem, ruhigem Wasser. Die Wasserblätter

besitzen nicht die bekannte Pfeilform, sondern sind lineal, dünn, sitzend, flutend und gelegentlich spiralig gedreht. Sie werden durchschnittlich bis $2^1/_2$ mal länger und bis 3 mal breiter als solche in stehendem Wasser.

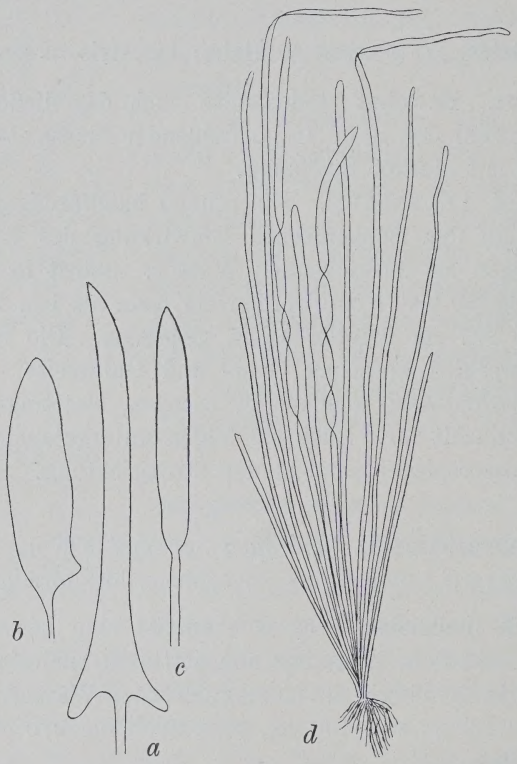


Fig. 37. *Sagittaria sagittifolia fo. vallisneriifolia.* *a*—*c* Übergangsblätter aus fließendem Wasser. Ca. $^1/_5$ nat. Gr. *d* Bandblattform aus $1^1/_2$—2 m tiefem, fließendem Wasser. Ca. $^1/_{15}$ nat. Gr. (Nach Glück.)

Übersicht über die wichtigsten rheophilen Merkmale

Unter den niedersten Pflanzen, den Algen, Moosen und Flechten gibt es einige, welche für das fließende Wasser unserer Bäche und Ströme charakteristisch sind. Die einheimische Flora dagegen enthält keine höhere Pflanze, welche ausschließlich auf fließendes Wasser angewiesen ist[1]).

[1]) In den Tropen gibt es eine phanerogamische Familie, die Podostemaceen, die in reißender Strömung auf Steinen vorkommt und sogar mit Vorliebe Wasserfälle bewohnt. Einzig Podostemon Ceratophyllum ist extratropisch, amerikanisch.

Die rasch fließenden Gewässer enthalten keine schwimmende Vegetation oder dann nur zufällig in die Strömung geratene Bestandteile des See- und Teichplanktons.

Die rheophile Vegetation ist festsitzend und zeigt gute Verankerung.

Bei den **rheophilen Kryptogamen** findet sich sehr häufig fadenförmige Gestalt als Anpassung an das bewegte Wasser, ganz besonders bei den Algen, aber auch bei Bakterien. So bilden auch Diatomeenzellen bandförmige Kolonien und erreichen dadurch eine Anpassung an das Wasserleben, wie sie bei den Fadenalgen vorhanden ist.

Sehr oft sind die Zellfäden von einer schleimigen oder gallertartigen Scheide umgeben. Man denke an die schleimigen Überzüge bei *Draparnaldia* und *Thorea*, die Gallertscheiden bei *Crenothrix*, *Batrachospermum*, *Hydrurus*, *Cymbella*, die nahezu knorpelige Gallerte bei *Chaetophora*. Dadurch wird die Reibung des Wassers vermindert und außerdem die Festigkeit der Fäden erhöht. In welchem Maße die Absondernng einer Gallerte überdies bei der Ernährung eine Rolle spielt und wieweit sie ein Schutz gegen den raschen Wechsel der physikalischen oder chemischen Beschaffenheit des umgebenden Wassers sowie gegen tierische Angriffe ist, müßte noch näher untersucht werden.

Ein äußerst wirksamer Schutz gegen die mechanische Wirkung des schnellfließenden Wassers ist besonders auch die Kalkinkrustation, die an Wasserfällen einigen Arten ihr Dasein ermöglicht. Wir finden sie bei *Rivularia haematites*, wo sie ein steinhartes, sehr widerstandsfähiges Lager bildet, außerdem bei *Chlorotylium cataractarum*.

Einzelne Zellfäden niederer Pflanzen, die dem Anprall des Wassers und seines Gerölls ausgesetzt sind, zeigen geringe Widerstandsfähigkeit. Wir finden die Individuen daher dicht gedrängt beisammen, büschelige Rasen, schleimige Pinsel, ausgebreitete oder halbkugelige Lager bildend oder in Form von polsterartigen Kissen und Fächern.

Wenn auch die rheophilen niederen Pflanzen durch die oben angeführten Merkmale eine zweckmäßige Anpassung an die Wasserbewegung zu besitzen scheinen, so darf doch nicht übersehen werden, daß alle jene Eigenschaften auch bei vielen Pflanzen des

stehenden Wassers auftreten. In wie hohem Grade sie von der Stromstärke und -geschwindigkeit abhängig sind, müssen erst genaue biologische Untersuchungen feststellen.

Die **rheophilen Phanerogamen** sind festgewurzelt und bestehen aus Arten, die auch im stehenden Wasser vorkommen, aber infolge der mechanischen Tätigkeit des fließenden Wassers in ihrer Struktur bestimmte Veränderungen erfahren. Im allgemeinen sind Achsen, Sprosse und Blätter in der Richtung der Strömung verlängert. Sodann ist das Fließen des Wassers einer Blütenbildung hinderlich.

Beim Vergleich verschiedener Formen einer Art, derjenigen des ruhigen und des fließenden Wassers, kann konstatiert werden, daß fließendes Wasser auf die Formgestaltung ebenso wirkt, wie ruhiges, tiefes Wasser. In welcher Weise im fließenden Wasser diese Wirkung hervorgerufen wird, ist aber noch ganz unabgeklärt. So ist nicht ohne weiteres anzunehmen, daß die Ursache davon allein auf die mechanische Wirkung des fließenden Wassers zurückzuführen sei. Es kommen auch die Beleuchtungsverhältnisse, Nährstoffzufuhr und Durchlüftung in Betracht; alles Dinge, die noch einer genauen Untersuchung bedürfen.

Wenn auch bei den oben besprochenen Arten und Formen des fließenden Wassers durch ganze Gruppen hindurch analoge Anpassungserscheinungen auftreten, so ist doch nicht zu übersehen, daß verschiedene Gruppen oder Vertreter angeführt sind, deren Reagieren auf das Fließen des Wassers nicht ohne weiteres in ein Schema hineinpaßt. Ich verweise hier auf das verschiedenartige Verhalten von *(Fontinalis antipyretica)*, *Oenanthe fluviatilis*, *Sagittaria sagittifolia* und *Galium palustre* und betone ausdrücklich, daß man sich sehr hüten muß, vereinzelte Erscheinungen gleich als Gesetz der Wirkungsweise des strömenden Wassers anzusehen, wie das in biologischen Abhandlungen einiger Botanikbücher gelegentlich geschehen ist.

Überdies fallen als „Anpassungserscheinungen“ an die Strömung selbstverständlich auch alle diejenigen morphologischen Eigenschaften außer Betracht, welche normalerweise auch bei den Formen des ruhigen Wassers auftreten. Die vielgenannte „Zugfestigkeit“ ist eine Phrase, so lange nicht genau nachgewiesen ist, in welcher Weise die Gewebe der Pflanzen rasch fließender Gewässer wirklich zugfester gebaut sind als diejenigen stehender Gewässer.

Wenn z. B. *Callitriche* und viele andere Wasserpflanzen infolge des zentralen Stranges der Gefäßbündel als besonders elastisch und zugfest und demnach als sehr gut an die mechanische Wirkung des strömenden Wassers angepaßt betrachtet wurden, so darf dabei nicht unterlassen werden zu betonen, daß auch in stehendem Wasser die Gefäßbündel dieselbe Anordnung zeigen. Sodann müßte, um jeder Einseitigkeit biologischer Betrachtung vorzubeugen, hier bemerkt werden, daß andere Pflanzen, z. B. *Potamogeton fluitans* Roth. im fließenden Wasser periphere Faserbündel aufweisen, was offenbar zur Erhöhung der Zugfestigkeit beiträgt; denn im stagnierenden Wasser entbehrt sie solcher durchwegs.

Bevor allgemein gültige Regeln über die Anpassung der Pflanzen an verschiedene Strömungen aufgestellt werden können, müßte für jede Art resp. Form das Strömungsoptimum eruiert werden.

Wenn oben festgestellt wurde, daß die meisten Arten im fließenden Wasser üppigere Formen ausbilden als im stehenden, so darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß von einer bestimmten Strömungsstärke an, bei noch weiterer Zunahme der Strömung viele Pflanzen eine Reduktion aller Teile zeigen, ja, daß gegen das Strömungsmaximum zu viele überhaupt nicht aufkommen oder bestehen können.

Im folgenden sei zusammenfassend nochmals kurz auf die oben gefundenen Eigentümlichkeiten der phanerogamen Pflanzenformen des strömenden Wassers hingewiesen.

Wir treffen im fließenden Wasser die Pflanzen einer Art meist gesellig beisammen. In Form submerser Rasen und flutender Schwaden bilden sie meist große Bestände, in denen die einzelnen Individuen infolge des unterirdischen, dichten Rhizom- oder Ausläufergeflechtes und vielfacher Verankerung besser geschützt sind, als wenn sie isoliert dem Anprall des Wassers mit seinem mitgerissenen Kies und Sand ausgesetzt wären.

Die Wurzeln scheinen hauptsächlich die Rolle von Haftorganen zu übernehmen. Sie befestigen die Rhizome oder die unteren Stengelglieder im Boden und bestehen fast durchwegs aus langen, unverzweigten, an den Knoten entspringenden Adventivwurzeln. Reich verzweigte Wurzelsysteme, wie bei den Landpflanzen treten nirgends auf.

Die Stengel haben ihre Seitenäste nicht selber zu tragen, da sie, im Wasser flutend, von diesem selber gehoben werden.

Infolgedessen braucht die Hauptachse nicht kräftig, wohl aber zugfest gebaut zu sein. Wie der Bau des Stengels variiert, um dieser „Zugfestigkeit“ bei verschiedener Strömung zu genügen, das ist zu wenig untersucht. Keinesfalls darf man sich aber zur Begründung dieser Zugfestigkeit mit dem Hinweis auf den axilen Strang der Gefäßbündel begnügen. In den meisten Fällen, wo die Pflanze im fließenden Wasser eine „Streckung“ erfährt, unterliegen derselben auch die Internodien (vergl. z. B. *Berula*); aber auch das Umgekehrte kommt vor: bei sehr üppiger Entwicklung eine auffallende Verkürzung der Stengelinternodien, so bei *Veronica aquatica*.

Die Laubblätter der Formen des fließenden Wassers sind entweder lineal, bandförmig, bisweilen gedreht *(Sagittaria)*, stark geschlitzt, wie bei *Ranunculus fluitans* und *Oenanthe* oder, wo größere Blattspreiten auftreten sind dieselben in verschiedener Weise gekrümmt und an den Rändern umgebogen, wie die Fiederblätter von *Berula*, *Helosciadium*, *Nasturtium*. Alle diese Formen gestatten dem fließenden Wasser ohne heftigen Anprall und starke Reibung an der Pflanze vorbeizukommen. Möglicherweise stellen die verkrümmten Blätter auch Anpassungsformen an die wirbelnde Strömung dar.

Es ist hier nicht möglich und würde viel zu weit führen, auf die Abhängigkeit des inneren und äußeren Pflanzenbaues von der Strömungsstärke näher einzutreten, als das oben geschehen ist. Zu einem derartigen Unternehmen fehlen heute noch die wichtigsten Grundlagen: nämlich sowohl eine große Serie von Beobachtungen bei allen möglichen Strömungsverhältnissen, als auch die notwendigsten Experimente. Die oben gegebenen Beschreibungen einiger rheophiler Typen können daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen; sie sollen dem Forschenden mehr eine Anregung sein, durch genaues Studium der rheophilen Flora in der Natur selbst zur Lösung dieser interessanten Frage beizutragen.

Rheophile Tiere

Überblick über die rheophile Tierwelt

Seite
A. Nereiden: Bewohner toter Substrate, vorwiegend auf Steinen
1. sessile Nereiden 71
2. mobile Nereiden 75
B. Phytophile: Bewohner untergetauchter Pflanzen 129
C. Limicole: Tiere der Schlamm- und Sandablagerungen ruhiger Buchten 141
D. Tiere der Wasseroberfläche 150
E. Plankton 152
F. Nekton 153

A. Nereiden

Bodenbewohnende Geschöpfe, die sich an festen, toten Substraten aufhalten. Steinfauna, Fauna der dürren Blätter, der Holzpfähle, Brückenpfeiler usw.

I. Sessile Nereiden

Beispiele Seite
Spongien: Ephydatia fluviatilis L. Flußschwamm . . 71
„ mülleri Lieberk. 73
Bryozoen: Plumatella fungosa (Pall.) 73
Lophopus crystallinus (Pall.) 75
Coelenteraten: Hydra vulgaris (Pall.) 75

Ephydatia fluviatilis L. Flußschwamm (fluviatilis = flußbewohnend)

Fundorte: Vorwiegend in fließenden, aber auch in stehenden Gewässern. Auf Steinen, Pfählen.

Stellung: *Ephydatia* ist ein Schwamm, eine Spongie (spongia Schwamm) oder ein Vertreter der Poriferen (porus = Öffnung, ferre = tragen). Sein Aussehen hat wenig Tierisches: eine festsitzende über und über mit Poren bedeckte Masse. Wie bei allen Schwämmen tritt das Wasser durch kleine Öffnungen ein, durch größere, sogenannte Oscula (osculum = kleiner Mund), wieder aus, so daß ständig ein durch feine Geißelzellen unterhaltener Strom durch die Schwammasse zieht. Das Auftreten mehrerer Oscula beweist, daß der Schwamm eine Kolonie darstellt.

Im Süßwasser ist die Gruppe der Poriferen durch einige Silicispongien vertreten (silex = Kiesel), zu denen auch unsere Form gehört. Dies beweisen die zahlreichen Kieselnadeln, die, zu Büscheln und Strängen vereinigt, den Körper des Schwammes durchziehen. Da diese Skelettgebilde stets einfache Nadeln sind,

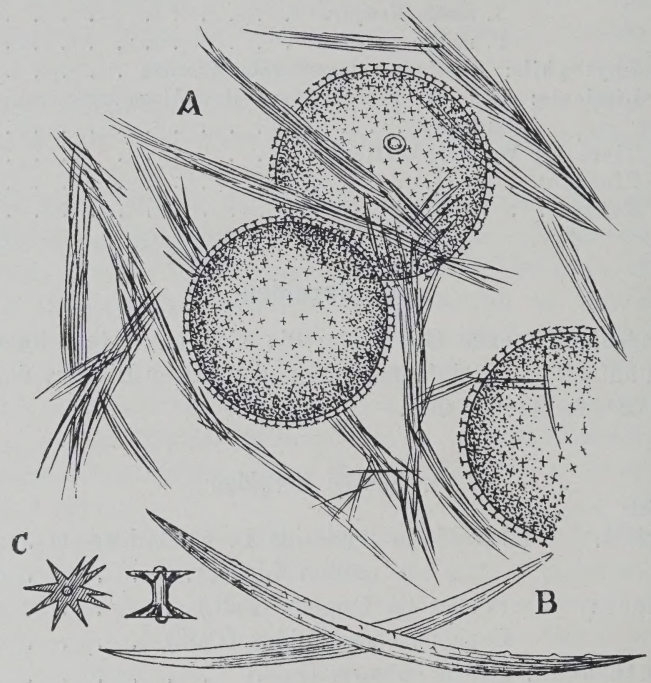


Fig. 38. *Ephydatia mülleri* Lieberkühn, nach Vosseler. Mikroskopische Ansicht eines Zupfpräparates: *A* Fasergerüst; in den Maschen Gemmulae. *B* Jolierte Nadeln, sog. Makrosklere, teilweise glatt, teilweise warzig (bei *E. fluviatilis* durchweg glatt), meist schwach gekrümmt (starke Vergrößerung). *C* Amphidisken, von der Seite und von oben gesehen. Schaft kurz und dick (bei *E. fluviatilis* dünn und lang). Scheiben sternförmig mit wenigen (6—12) unregelmäßigen Zähnen (sehr starke Vergrößerung).

rechnet man den Flußschwamm zu den Monactinelliden (*μόνος* = einer, *ἀκτίς-ῖνος* = Strahl) und zwar speziell zu der Gruppe der Spongilliden oder Süßwasserschwämme, der einzigen Poriferenfamilie des süßen Wassers. Für die Gattung *Ephydatia* ist die Beschaffenheit der kleinen kugeligen Dauerknospen (Gemmulae) charakteristisch, die sich durch den Besitz von eigenartigen Skelettnadeln von Garnspulenform (2 Scheiben durch eine Quernadel ver-

bunden), durch sog. Amphidisken (ἀμφί = zu beiden Seiten, δίσκος, discus = Scheibe) auszeichnen.

Die Beschaffenheit der Amphidisken ermöglicht eine Trennung der Gattung von einigen, ebenfalls Amphidisken tragenden Formen wie *Trochospongilla* und *Carterius*. Wie aus der Fig. 38 C hervorgeht, sind die *Ephydatia*amphidisken alle fast gleich lang und besitzen gezähnte Ränder.

Anpassungen: *Ephydatia fluviatilis* ist ein krustenförmiger bis klumpiger Schwamm von bedeutender Größe. Flächenausdehnung bis 1 m^2. Er eignet sich durch seinen Krustenwuchs für das Leben im bewegten Medium, während die zweite häufige Süßwasserform *Spongilla lacustris* durch verzweigte Strauchform weniger für eine solche Lebensweise paßt. Findet sie sich trotzdem an bewegten Stellen, so zeigt sie auffällige Ähnlichkeit mit *Ephydatia fluviatilis*, indem die Bildung der langen verzweigten Fortsätze unterbleibt. In anderen Fällen wachsen die abnorm kurzen Fortsätze nicht senkrecht im Wasser empor, sondern erscheinen nach einer Seite niedergedrückt. Umgekehrt nähert sich der Flußschwamm an ruhigen Stellen oder im stehenden Wasser dem Seeschwamm durch klumpiges unebenes Wachstum mit Buckeln und kurzen Fortsätzen. Aus diesen Verschiedenheiten und Ähnlichkeiten geht der Einfluß der Strömung auf die Wuchsform der Schwämme klar hervor.

Mit *Ephydatia fluviatilis* ist die in Fig. 38 dargestellte Form *E. mülleri* nahe verwandt (s. Figurenerklärung S. 72). Sie gleicht unserm Typus auch in der Lebensweise, ist jedoch nicht sehr häufig.

Plumatella fungosa Pall.

(plumatella = kl. Feder; fungosus = schwammig)

Fundorte: Als Überzüge auf Holzstämmen, Ästen, Steinen, Brückenpfählen u. dergl.

Stellung: Als Moostier (Bryozoon), ein festsitzendes, Kolonie bildendes Tier. Das Einzelwesen steckt in einem Gehäuse und erinnert an einen Hydropolypen. Es besitzt rings um den Mund eine Anzahl von bewimperten Tentakeln, die einem Träger „Lophophor“ (λόφος = Büschel — φορος = tragend) aufsitzen. Am Darm läßt sich meist eine Magenanschwellung konstatieren. Der Enddarm verläuft wieder mundwärts, so daß der ganze Darm-

traktus Hufeisenform zeigt. Herz und Blutgefäße fehlen. Die Vermehrung erfolgt vorwiegend auf ungeschlechtlichem Wege durch sog. Dauerknospen oder Statoblasten, die sich an der Basis der Einzeltiere an einem strangartigen Fortsatz (funiculus) bilden (s. Fig. 40).

Als ectoproctes Moostier (ἐκτός = außen, πρωκτός = After) besitzt *Plumatella* eine außerhalb des Lophophors gelegene Afteröffnung. Die Hufeisenform des Tentakelträgers deutet auf die

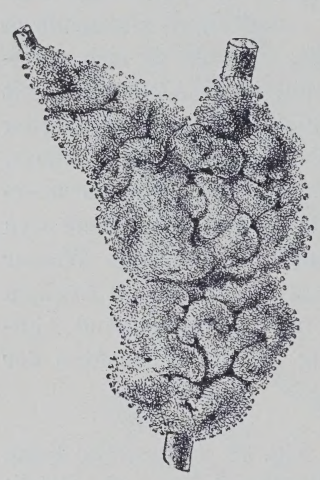


Fig. 39. *Plumatella fungosa.* Kolonie auf einem Weidenzweig. Aus Hartmeyer. Bryozoen in Brauer: Süßwasserfauna.

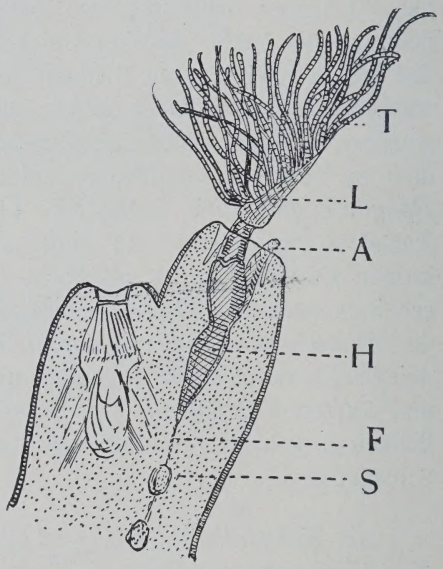


Fig. 40. *Plumatella fungosa.* Teilstück einer Kolonie, rechts ausgestrecktes, links eingezogenes Individuum: *T* Tentakel, *L* Lophophor, *A* After, *H* Hinterdarm, *F* Funiculus, *S* Statoblast (frei nach Vosseler).

Ordnung der Phylactolaemata (φυλάττειν = bewachen, λαιμός = Kehle) oder Lophopoden = Büschelfüßer (deutsch Armwirbler), die durch einen beweglichen zungenförmigen Deckel die Mundöffnung zu verschließen imstande sind. Für die Gattung Plumatella ist Pergamentcharakter der Kolonie charakteristisch, die im übrigen in der Form den mannigfaltigsten Schwankungen unterworfen ist, so daß die Bestimmung der Arten großen Schwierigkeiten begegnet. *Plumatella fungosa* besitzt eine aus verklebten Chitinröhren bestehende massige Kolonie (Fig. 39) und kurz-ovale Statoblasten (vergl. Fig. 40 S).

Anpassungen: Durch die Neigung zur Krustenform eignen sich die Kolonien von *Plumatella* in hervorragender Weise für das Leben in bewegtem Wasser. Sie scheinen sich in verschiedenen Gewässern ungleich zu verhalten, doch sind genauere Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Gestalt der Kolonie und Charakter des Wohnortes bis jetzt nicht angestellt worden.

Lophopus crystallinus Pall. (λόφος = Büschel, πούς = Fuß)

Fundorte: Wie *Plumatella fungosa* in stehenden und fließenden Gewässern auf Zweigen und allerlei Gegenständen festgewachsen.

Stellung: Wie *Plumatella* ein Lophopode, von dieser aber durch die gallertige, sackförmige Kolonie unterschieden. Die Ausdehnung des Sackes ist nur gering, 0,5—1 cm, die Einzeltiere ragen weit aus den Mündungen hervor. Sehr charakteristisch ist die Form der Statoblasten, die an beiden Enden in eine Spitze ausgezogen sind (Fig. 41).

Fig. 41. Statoblast von *Lophopus crystallinus*.

Anpassungen: Als festsitzendes Moostier, das sich der Unterlage mit breiter Fläche anheftet, eignet sich *Lophopus* auch für das Leben in bewegten Wasser, doch zieht es langsamfließende Wassergräben und Teiche vor.

Hydra vulgaris Pall.

(Hydra = vielköpfige Wasserschlange der griechischen Mythologie, vulgaris gemein).

Fundorte: Wie wohl *Hydra* vorwiegend in stehendem Wasser lebt, kommt sie doch nicht gerade selten in Bächen und Quellen vor.

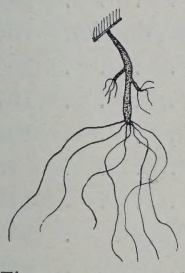


Fig. 42. *Hydra vulgaris* mit seitlichen Knospen.

Stellung: Als festsitzendes schlauchförmiges Tier mit einem Tentakelkranz um den freien Pol als Hydrozoon gekennzeichnet, erweist sich die Form als Art der Gattung *Hydra* durch den nackten Körper, das Fehlen eigentlicher Koloniebildung — Seitenknospen können gelegentlich das Ganze vorübergehend als Kolonie erscheinen lassen (s. Fig. 42) — sowie durch das Auftreten von Geschlechtsprodukten an den Polypen.

Anpassungen: Nicht bekannt.

2. Mobile Nereïden

Charaktertiere klarer Gewässer mit starker Strömung

Beispiele:		Seite
Würmer:	Planaria alpina Dana	77
	Polycelis cornuta Johnson	79
	Planaria gonocephala Dugès	79
	Planaria lugubris O. Schm.	80
	Dendrocoelum lacteum Müller	80
	Glossosiphonia complanata L.	80
Mollusken:	Ancylus fluviatilis O. F. Müller	81
	Limnaea ovata, peregra, truncatula	83, 84
	Neritella fluviatilis L.	84
	Bythinella dunkeri Frauenfeld	85
Crustaceen:	Gammarus pulex L.	86
	Potamobius astacus L.	88
	P. torrentium Schrank, pallipes Lereboullet	89
Hydracarinen:	Panisus torrenticolus Piersig	90
	Aturus scaber Kramer	92
	Feltria armata Koenike	93
	Sperchon glandulosus Koen.	94
	Lebertia papillosa Piers., subtilis Koenike	95
Ephemeriden:	Ecdyurus forcipula Pict	95
	Heptagenia, Epeorus	100
	Rhithrogena semicolorata Curt	100
	Oligoneuria rhenana Ih.	101
	Prosopistoma foliaceum Fourc.	102
Plecopteren:	Perla cephalotes Curt	103
	P. marginata Panz., abdominalis Burm.	106
	Chloroperla grammatica Scop.	106
	Perlodes (= Dictyopteryx) microcephala Pict.	106
	Nemura variegata Oliv.	106
	Leuctra, Taeniopteryx	107
Trichopteren:	Rhyacophila vulgaris Pict	108
	Glossosoma boltoni Curt	112
	Oxyethira frici Klap.	113
	Philopotamus ludificatus Mc Lach	113
	Hydropsyche lepida Pict	115
	Odontocerum albicorne Scop.	116
	Silo, Goëra, Lithax	117

Beispiele:		Seite
Trichopteren:	Brachycentrus subnubilus Curt, montanus Klap.	117
	Helicopsyche, Thremma	117
	Stenophylax latipennis Curt	118
	Drusus, Potamorites	119
Dipteren:	Simulium reptans L. (Melusina [Meig])	119
	Liponeura brevirostris Lw.	123
	Tanytarsus pentapoda	125
Coleopteren:	Helmis maugei Bedel (Larve)	126
Hemipteren:	Aphelocheirus aestivalis F.	127

Würmer:

Planaria alpina Dana (planus = platt; alpinus = alpin)

Fundorte: In kalten Gebirgsbächen, besonders in Quellen, im Hochgebirg auch in stehenden Gewässern.

Fang: Sorgfältiges Aufheben hohl aufliegender um- oder überspülter Steine, an deren Unterseite die Tiere sitzen. Da der Körper sehr weich ist, müssen die Würmer mit Hilfe feiner Pinsel von der Unterlage losgelöst und in ein Gefäß mit frischem Wasser übertragen werden.

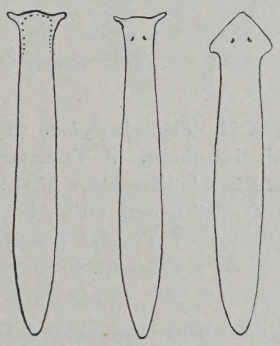


Fig. 43. Gebirgsbachplanarien.
1. *Polycelis cornuta*,
2. *Planaria alpina*,
3. *Planaria gonocephala*.

Für die Untersuchung verwende man wo möglich lebendes Material. Durch die gewöhnlichen Konservierungsmittel werden die Tiere bis zur Unkenntlichkeit verkrümmt. Sollen gute Präparate gemacht werden, so empfiehlt sich folgendes Verfahren: Die Würmer werden in eine Uhrschale mit Wasser gebracht, letzteres abgegossen, hierauf eine genügende Quantität von Sublimatsalpetersäure aufgegossen (Salpetersäure konzentr., Sublimat, Wasser zu gleichen Teilen). Nach längstens einer Minute werden die Tiere in ein Gefäß mit viel absol. Alkohol übertragen, der mehrmals zu wechseln ist. Aufbewahrung in Alkohol 96% oder Überführung in Canadabalsam über Xylol. Eventuell muß durch Zusatz von Jodtinktur zum 96% Alkohol Sublimat ausgewaschen werden.

Stellung: Als Plathelminthes (πλατύς platt; ἕλμις — ινθος Wurm) oder Plattwürmer geben sich die Planarien durch ihre abgeplattete Gestalt, durch das Fehlen des Afters und innerlich durch den Mangel einer Leibeshöhle und eines Blutgefäßsystems zu erkennen. Ihre Exkretionsorgane sind verzweigte Kanäle (Protonephridien).

Die Zugehörigkeit zu den Turbellaria (turbellus = kleiner Strudel), Strudelwürmer, geht daraus hervor, daß der ganze Körper, besonders aber die Bauchseite mit äußerst feinen Wimpern bekleidet ist, deren Schlag bei der Fortbewegung mithilft.

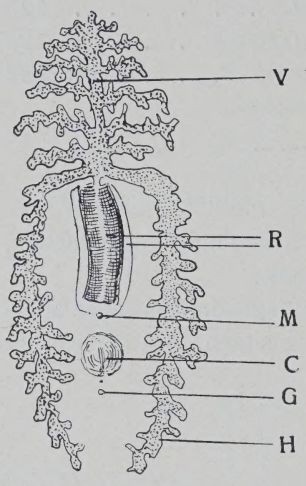


Fig. 44. *Planaria alpina.* Organisationsschema. *V* Vorderdarm, *R* Rüssel in Rüsselhöhle, *M* Mund, *C* Kopulationsorgan, *G* Geschlechtsöffnung, *H* Hinterer (paariger) Darmast.

Der Name Tricladen kennzeichnet sie als Formen, deren Darm sich aus 3 Schenkeln zusammensetzt. Der vordere ist von der Körpermitte nach vorn, die andern nach hinten gerichtet sind. Die Darmäste verzweigen sich reichlich und endigen blind. An der Vereinigungsstelle der drei Äste findet sich ein muskulöses, vorstreckbares Schlundrohr, das in einer Tasche liegt. In sie führt der Mund hinein, der auf der Bauchseite und zwar meist etwas hinter der Körpermitte liegt (vergl. Fig. 44).

Planaria alpina ist in erwachsenem Zustand etwa 1,6 cm lang und 0,5 cm breit. Der quer abgestutzte Kopf trägt zwei bewegliche, zirka 1 mm lange, horizontal ausgestreckte Tentakeln (siehe Fig. 43, 2). Die beiden als schwarze Punkte bei Lupenvergrößerung sichtbaren Augen sind vom Vorderrand ziemlich weit entfernt und einander gegen die Medianlinie hin genähert. Die Färbung wechselt in sehr weiten Grenzen: schiefergrau oder graubraun — seltener schwarz, braun, rötlich, grünlich, gefleckt und ganz selten rein weiß. Der Mund befindet sich am Ende des dritten Körperviertels hinter ihm wird bei geschlechtsreifen Individuen der Geschlechtsporus sichtbar. Von der Rückseite betrachtet, läßt der Wurm als weißen länglichen Fleck inmitten des Körpers den durchscheinenden Schlundrüssel erkennen. Etwas weiter hinten

wird als heller Kreis das Kopulationsorgan sichtbar — vorausgesetzt, daß das untersuchte Individuum geschlechtsreif ist.

Anpassungen: *Planaria alpina* ist nur in tief temperierten Gewässern auf die Dauer lebensfähig; sie nährt sich von verschiedenen größeren Tieren, die sie überfällt und aussaugt (Gammarus, Insektenlarven u. dergl.). Die Fortpflanzung tritt im Gebirge und in konstant kalten Gewässern der Ebene (nicht über 11—12° C) das ganze Jahr hindurch, an andern Stellen nur während des Winters und im ersten Frühling ein. Die zwitterigen Würmer bilden nach wechselseitiger Begattung aus mehreren Eiern und zahlreichen Dotterzellen Eikapseln mit zähen Schalen, die als regelmäßige, glatte, schwarzbraune Kugeln ins Wasser abgegeben werden und zwischen die Steine des Bachgrundes zu liegen kommen. Gelegentlich, besonders bei ungünstigen Temperaturverhältnissen tritt Fortpflanzung durch Querteilung — besser vielleicht „Selbstverstümmlung" ein.

Als abgeflachte, der Unterlage eng anliegende Wesen vermögen die Planarien einer starken Strömung Trotz zu bieten. Außerdem sind die Seitenränder der Bauchfläche mit sog. Klebzellen ausgestattet, welche den Tieren ein Verweilen im wildesten Strudel eines Gebirgsbachs möglich machen. Im Aquarium können sie bisweilen durch den vollen Wasserstrahl kaum von der Unterlage abgespült werden.

Verwandte:

Ebenfalls in Quellen und Bächen kommt — auf den ersten Blick von *Planaria alpina* schwer zu unterscheiden — ein Vertreter einer andern Gattung vor: *Polycelis cornuta* Johnson (Fig. 42, 1).

Polycelis besitzt nicht zwei, sondern zahlreiche Augen, die dem Rand des Kopfendes entlang in Reihen geordnet sind. Der Vorderrand ist etwas stärker ausgebuchtet als bei *Planaria alpina*, das ganze Tier etwas breiter und kürzer. Auch hier wechselt die Färbung sehr.

In der unteren Partie des Forellenbaches sowie in der Äschen- und Barbenregion lebt eine etwas größere Planarie, die an ihrem dreieckigen Kopf leicht kenntlich ist: *Planaria gonocephala* Dugès (Fig. 32, 3), ein ausgesprochen rheophiles Tier, das infolge seiner großen Empfindlichkeit gegen Wasserverunreinigung als Leitform unverschmutzter Flußstrecken gelten kann. *Planaria gonocephala* ist zweiäugig, trägt zu beiden Seiten des Kopfes aufstellbare Öhrchen

mit ovalen weißen Flecken, den sogenannten Aurikularsinnesorganen. Ihre Färbung ist gewöhnlich graubraun, geht aber bisweilen in schiefergrau und schwarzbraun über; auch grünliche Exemplare treten auf.

Unter den Ufersteinen der großen Flüsse lebt neben *Planaria gonocephala*, die auch in schwach fließendem Wasser der Gräben und am Ufer der Seen vorkommende große weiße Form *Dendrocoelum lacteum* Müller, die häufigste und auffallendste unter den Planarien des süßen Wassers. *Dendrocoelum* wird bis 26 mm lang. Ihr Kopfende ist quer abgestutzt und trägt eine ventrale Sauggrube. Die zwei schwarzen Augen sind dem Vorderrande ziemlich nahe. Ihre gegenseitige Distanz übertrifft den Abstand von jedem Auge zum entsprechenden Körperrand. Die Farbe ist ein reines Weiß, kann aber durch die im Darm befindliche Nahrung modifiziert werden.

Durch einen abgerundeten Kopfrand, zwei streifenförmige Aurikularsinnesorgane und braune Färbung ist die im Unterlauf der Flüsse vorkommende, stille Buchten bevorzugende und hauptsächlich im stehenden Wasser verbreitete *Planaria lugubris* O. Schm. ausgezeichnet.

Glossosiphonia complanata L. (*γλῶσσα* = Zunge; *σίφων* = Röhre; complanatus = abgeflacht)

Fundorte: Unter Steinen langsam fließender Gewässer; auch am Ufer von Teichen und Seen. Selten an Pflanzen.

Einsammeln und Konservieren: Man liest das des Schwimmens unkundige Tier von der Unterlage ab und konserviert in Alkohol oder Formol. In beiden Fällen kugelt es sich allerdings stark zusammen. Etwas günstiger wirkt Konservierung zwischen zwei Objektträgern.

Stellung: Ein Ringelwurm oder Annelide vergl. *Haplotaxis*. — *Glossosiphonia* weist sich als Mitglied der Hirudineen-Ordnung (Hirudo = Blutegel) aus durch den Besitz je einer Saugscheibe an beiden Körperenden, durch das Fehlen von Stummelfüßen und Borsten und durch die Ringelung der Segmente. Betrachtet man *Glossosiphonia* unter dem Mikroskop oder bei Lupenvergrößerung, so scheint der Körper aus zahlreichen, sehr kurzen Segmenten zu bestehen. Allein die Zeichnung des Körpers und die kleinen in 6 Längsreihen gestellten Warzen (nicht immer deutlich!) lassen erkennen, daß immer 3 Ringel zusammengehören und ein Segment ausmachen (s. Fig. 45).

Das letztere Merkmal: Die Zusammensetzung jedes Segmentes aus 3 Ringeln weist auf die Unterordnung der Rhynchobdellae (ῥύγχος = Rüssel, βδέλλα = Blutegel), Rüsselegel, bei denen 3 oder mehr als 5 Ringel ein Segment bilden; während die andere Unterordnung der „Nicht-Rüsselegel“ Arhynchobdellae durch aus 5 Ringeln bestehende Segmente charakterisiert ist.

Fig. 45. *Glossosiphonia complanata* L. aus Johansson. *Hirudinea* in Brauers Süßwasserfauna. H. 13.

Die Glossosiphonidae speziell sind die Rhynchobdellidenfamilie mit 3ringeligen Segmenten und mit undeutlich oder gar nicht abgesetztem Mundsaugnapf. Die starke Abflachung der hierher gehörigen Egel hat auch den deutschen Namen „Plattegel“ veranlaßt. *Glossosiphonia complanata* besitzt eine gar nicht hervortretende Mundscheibe und 3 Augenpaare, Merkmale, die für die Gattung Glossosiphonia charakteristisch sind. (2 Augenpaare kommen der etwas zweifelhaften Art *G. paludosa* zu, die wahrscheinlich zu einer andern Gattung gestellt werden muß.)

Die für *G. complanata* sehr charakteristische Stellung der Augen in zwei Parallelreihen (s. Fig. 46) kommt nur noch zwei als *G. verrucata* und *G. concolor* bezeichneten Varietäten zu, von denen sich die typische *G. complanata* durch den Besitz einer aus gelben und dunkelbraunen bis schwarzen Punkten zusammengesetzten Rückenzeichnung unterscheidet.

Fig. 46. Vorderende von *Glossosiphonia complanata*. Zeigt die Augenstellung.

Anpassungen: *Glossosiphonia complanata* ist dank ihrer abgeflachten Gestalt und ihrem sehr festen, fast knorpelartigen Körper für das Leben im fließenden Wasser sehr geeignet, wagt sich aber kaum in Bergbäche. Daran mag sie vielleicht auch das spärliche Auftreten ihrer bevorzugten Nahrungstiere, der Mollusken, hindern.

Mollusken

Ancylus fluviatilis O. F. Müller (ἀγκύλος = gekrümmt)

Fundorte: In fließendem Wasser allgemein verbreitet und zwar im Gebirgsbach wie im großen Strom, vorausgesetzt, daß es dessen Verunreinigung zuläßt. Die Schnecken werden mit Hilfe

eines flachen Gegenstandes (Taschenmesser oder Spatel) von der Unterlage, den überspülten Steinen, dem Laub usw. losgelöst.

Stellung: *Ancylus* gehört zu den Gastropoden oder Schnecken (γαστήρ = Bauch, πούς ποδός = Fuß), d. h. derjenigen Weichtierklasse, deren Vertreter mit Kopf, bauchständigem Kriechfuß und einheitlichem Gehäuse ausgestattet sind. Als Mitglied der Ordnung der Pulmonata (pulmo = Lunge) ist *Ancylus* mit einer Lunge (d. h. einer Mantelhöhle ohne Kiemen, aber mit respiratorischem Gefäßnetz) ausgestattet, ihre Schale besitzt keinen Deckel, die Geschlechtsorgane sind zwitterig. Wie alle Süßwasserpulmonaten ist *Ancylus* durch die am Grund der Fühler gelegenen Augen als Angehöriger der Unterordnung der Basommatophora (βάσις = Grund, ὄμμα, ατος = Auge, — φορος = tragend) gekennzeichnet. Die Familie der Ancylidae selbst ist an der mützenförmigen Schale mit rundlicher Öffnung von den meisten übrigen Basommatophoren unterschieden (s. Fig. 47). Einzig die Gattung *Acroloxus* gleicht ihr wegen der Mützenform ihrer Schale, doch ist hier der Schalenumriß stets länglich — etwa doppelt so lang als breit, und die Spitze erscheint etwas nach links geneigt, während sie bei *Ancylus* entweder genau in der Mittellinie oder sogar etwas rechts liegt. Ob diese Abweichung die Unterscheidung der Gattungen rechtfertigt, mag immerhin zweifelhaft erscheinen.

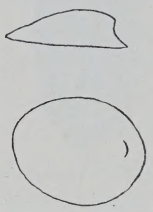


Fig. 47. *Ancylus fluviatilis* von der Seite und von oben gesehen. (Nach Thiele.)

Anpassungen: *Ancylus* tritt in verschiedenen Formen auf, die sehr nahe miteinander verwandt sind: *fluviatilis* und *capuloides*, *expansilabris* und *orbicularis*. Wahrscheinlich handelt es sich um Varietäten, teilweise um durch äußere Bedingungen erzeugte Umwandlungsformen (dünnschalige Urgebirgsform *expansilabris* und *orbicularis*). Alle *Ancylus*-Arten leben vorzugsweise im fließenden Wasser oder in der Brandungszone größerer Gewässer. Ihre napfförmige, fast schildartig flache Schale bietet Schutz gegen die Strömung (vergleiche die vielen andern schildförmigen rheophilen Tiere). Der Fuß ist im Vergleich mit dem Körper groß, hat aber ganz unter der Schale Platz. Er wirkt wie ein Saugnapf, so daß *Ancylus* nicht leicht von der Unterlage abgelöst werden kann. Größere Exemplare saugen sich bisweilen so kräftig an, daß die Loslösung kaum ohne Zertrümmerung der Schale vorgenommen werden kann. Das Tier gleicht in Form und Lebensweise den marinen Bran-

dungsschnecken, wie *Patella* und *Fissurella* außerordentlich. Die Atemhöhle ist sehr schwach entwickelt, da der Mantel selbst nur einen schmalen Rand darstellt. Der Sauerstoffreichtum des von *Ancylus* bewohnten Wassers macht die Ausbildung einer umfangreichen Lunge überflüssig; die Atmung kann daher zum guten Teil durch die Haut bewerkstelligt werden. Im ganzen scheint die Schale im Alter, wenn der Saugnapf genügend gekräftigt ist, weniger flach zu sein als in der Jugend. Die Beweglichkeit der Schnecke ist sehr gering. Oft findet man Tiere mit defekten Spitzen. Es scheint sich um mechanische Wirkungen des Bachgerölles zu handeln.

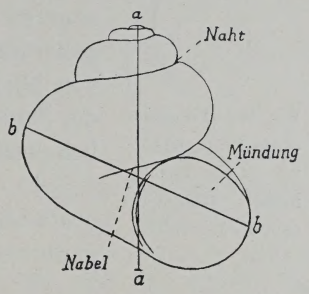


Fig. 48. Schematische Darstellung der typischen Gastropodenschale (Spiralschale). Die Berührungsstelle zwischen zwei Windungen heißt Naht. Die Öffnung der Schale Mündung, die Stelle, wo die letzte Windung nicht zusammenschließt, Nabel. Die Spiralschale ist um eine Spindel gedreht. Betrachtet man die Schnecke so, daß die Spindel senkrecht steht, die Spitze nach oben und die Mündung gegen den Beschauer gekehrt, so liegt bei rechtsgewundenen Schnecken die Mündung rechts, bei linksgewundenen links. Die Höhe heißt der Abstand der Spitze von der Unterseite des Mundrandes *a a*. Der Schalendurchmesser dagegen ist die Entfernung vom äußern Schalenrand bis zu der gegenüberliegenden Stelle der letzten Windung *b b*. (Nach Thiele.)

Verwandte, in leicht fließendem Wasser vorkommende Art: *Acroloxus lacustris* L. s. o.

Limnaea ovata (*λιμναῖος* = in Sümpfen lebend; ovatus = eiförmig)

Fundorte: In stehenden und fließenden Gewässern, nicht selten in der Uferzone der Bäche (Äschenregion) und Flüsse, vorwiegend an Steinen.

Stellung: Wie *Ancylus* ein basommotophorer pulmonater Gastropode. Die Schnecke vertritt die Familie der Limnaeiden, die sich durch ziemlich hohe schraubenartig rechtsgewundene Gehäuse auszeichnen.

Die Unterscheidung der einzelnen *Limnaea*-Arten ist durch das Vorkommen von Zwischenformen oft sehr erschwert und muß zurzeit hauptsächlich auf Grund von Eigentümlichkeiten des Schalenbaues geschehen. *L. ovata* kann zum Beispiel nicht immer leicht von *L. auricularia* und *L. peregra* unterschieden werden. In der Regel fällt die starke Entwicklung der letzten Windung gegenüber den folgenden auf. Die Mündung ist lang-

eiförmig, oben zugespitzt, der Mundrand scharf, nicht ausgebreitet. Die Höhe des Tieres (vergl. Fig. 49) beträgt ca. 20—24 mm.

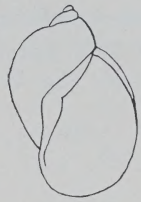


Fig. 49. *Limnaea ovata* Drap. Höhe: 20—24 mm. Durchmesser ebensoviel oder etwas weniger. (Nach Thiele.)

Anpassungen: *Limnaea ovata* ist ein Ubiquist, der (wohl dank seiner kräftigen Kriechsohle) wie mehrere andere Limnaeen auch in stark bewegtem Wasser leben kann. Allerdings findet man sie meist nur an ruhigeren Stellen. Sie ist außerordentlich anpassungsfähig, lebt in Thermen von über 40° wie auch in Hochgebirgsseen nächst der Schneegrenze. Sie verbreitet sich wahrscheinlich leicht passiv durch Vögel.

In Gestalt und Lebensweise eng an *Limnaea ovata* anschließend: Limnaea peregra, die nicht gerade selten im fließenden Wasser angetroffen wird.

Limnaea truncatula (*λιμναῖος* = in Sümpfen lebend, truncatus = stämmig, kurz)

Fundorte: In sehr verschiedenartigen Gewässern, vorwiegend in kleinen Wasseransammlungen: Bächen, Brunntrögen, Waldquellen, Pfützen, Gräben, überfluteten Felsen oft am Wasserrand, könnte als Riparier mit Neigung zum nassen Medium bezeichnet werden.

Stellung: Vergleiche Limnaea ovata (S. 83). Sie ist gestaltlich durch ihre Kleinheit und die kräftige Wölbung der Windungen ausgezeichnet (s. Fig. 50). Biologisch kennzeichnet sie eine ungewöhnlich große Anpassungsfähigkeit, kommt sie doch selbst in Thermen von über 50° und in Solfataren, die reinen Schwefel enthalten, vor. Andererseits lebt sie im kalten Gebirgsbach und unter der winterlichen Eisdecke.

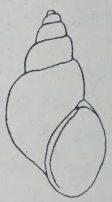


Fig. 50. *Limnaea truncatula* (O. F. Müller). Höhe ca. 8 mm, Durchmesser 4 mm, oft auch kleiner, selten größer. (Nach Thiele.)

Neritella fluviatilis L. (*νηρίτης* bunte Meerschnecke, fluviatilis im Fluß wohnend)

Fundorte: In Bächen und Flüssen, vorwiegend an wenig bewegten Stellen auf Steinen kriechend, oft mit *Ancylus* zusammen.

Stellung: *Neritella* ist eine Kiemenschnecke; sie gehört der Unterordnung der Prosobranchier (*πρόσω* = vorn, *βράγχια* = Kiemen) oder Vorderkiemer an, welche sich von den Pulmonaten

durch den Besitz eines hornigen oder kalkigen Deckels zum Verschluß der Schale, durch Kiemen, die sich in der vorn gelegenen Mantelhöhle befinden, sowie durch Getrenntgeschlechtlichkeit auszeichnen.

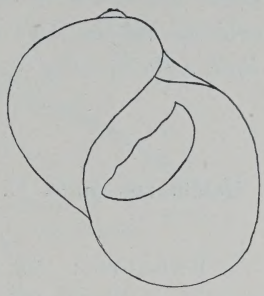


Fig. 51. *Neritella fluviatilis* (L.) (Nach Thiele.)

Für die Familie der Neritidae und für die Gattung *Neritella* ist eine dicke, halbeiförmige Schale mit bunter Färbung, kurzem Gewinde und weiter Öffnung charakteristisch (s. Fig. 51). Der Deckel ist verkalkt, halbkreisförmig, spiralig. *Neritella* besitzt lange pfriemenförmige Fühler und kurzgestielte Augen außen an der Basis der Fühler.

Anpassungen: *Neritella* eignet sich infolge ihres sehr großen Fußes und ihrer etwas flachen, halbkugelförmigen Schale gut für das Leben im fließenden Wasser. Sie bevorzugt Flüsse und nicht zu rasch strömende Bäche. Kiesige Stellen scheinen ihr nicht zuzusagen. *Neritella fluviatilis* ist in ganz Deutschland mit Ausnahme des Südwestens häufig, in der Schweiz fehlt sie.

Bythinella dunkeri (Frauenfeld) (βύθιος = tief)

Fundorte: In kleinen Rinnsalen und Waldquellen unter Steinen, faulenden Blättern und Holzstücken, aber auch im Oberlauf der Bäche.

Stellung: Wie *Neritella* ein Prosobranchier, gehört *Bythinella* zur Familie der Hydrobiidae. Sie besitzt eine walzenförmige Schale mit stumpfem Wirbel und einen hornigen Deckel (Fig. 52).

Anpassungen: *Bythinella* ist mit ihren 2,5 mm Länge eine sehr kleine Schnecke, die leicht in Ritzen und Unebenheiten der Steine Unterschlupf finden kann. Sie ist gegen Erwärmung des Wassers recht empfindlich. Während die Laichablage in gleichmäßig kühlen Quellen jahraus jahrein vor sich geht, ohne Rücksicht auf die Temperaturverhältnisse, scheint die Schnecke in Quellen und Bächen mit größeren Wärmedifferenzen die Fortpflanzung auf den Winter oder auf den ersten Frühling zu verlegen. Bemerkenswert ist, daß die verschiedenen Bythinellen relativ enge Verbreitungsbezirke haben, die durch Flußsysteme im großen und ganzen gegeben sind.

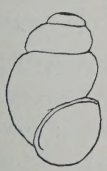


Fig. 52. *Bythinella dunkeri* (Frauenfeld). Höhe 2,5 mm, Durchmesser 1,5 mm. (Nach Thiele.)

Wahrscheinlich handelt es sich um relativ junge Arten, die durch geographische Isolierung dank ihrer meist sehr versteckten Lebensweise sich aus einer einst allgemein verbreiteten Stammform herausgebildet haben. Das Studium der geographischen Verbreitung der *Bythinella*-Spezies verspricht noch manche interessante Aufschlüsse.

Crustaceen

Gammarus pulex L. (Gammarus = Meerkrebs, pulex = Floh)
Gemeiner Flohkrebs

Fundorte: In den verschiedenartigsten Gewässern, hauptsächlich in fließenden unter Steinen, im Moos (besonders die Jugendstadien), im Wurzelwerk und Schwemmgenist der Bäche, fehlt dem Gebirgsbach ebensowenig als dem langsam fließenden, schmutzigen Wassergraben. Mesosaprob.

Fang: *Gammarus* wird am besten mit einem kleinen, nicht zu feinmaschigen Handnetzchen gefangen. Spült man eine Handvoll Moos (Quellmoos u. dergl.) in einem Einmachglase aus, so gewinnt man mühelos eine große Anzahl Flohkrebse und hat dabei den Vorteil, daß die verschiedensten Altersstadien vertreten sind. *Gammarus* ist gegen Sauerstoffmangel ziemlich empfindlich; er geht daher in Zuchtgläsern, welche viele Tiere enthalten, leicht zugrunde. In flachen Gefäßen mit etwas Pflanzen läßt er sich ohne Mühe züchten.

Stellung: Als Vertreter der „höheren Krebse“ (Malacostraka, *μαλακός* = weich, *ὄστρακον* = Schale; „Weichschaler“ von Aristoteles den „Hartschalern“ [Schnecken und Muscheln] gegenübergestellt) gibt er sich zu erkennen durch die Zahl seiner Körpersegmente (20: Kopf 5, Thorax 8, Abdomen 7 Segm.). Seine Zugehörigkeit zu den Ringelkrebsen, Arthrostraka (*ἄρθρον* = Gelenk, *ὄστρακον* = Schale) oder Edriophthalmen (*ἕδραῖος* = sitzend, *ὀφθαλμός* = Auge) geht daraus hervor, daß die Brustsegmente (Fig. 53) des Tieres frei beweglich sind, und daß die Augen nicht auf Stielen, sondern auf gleichem Niveau mit der Umgebung sitzen. Ein weiteres Kennzeichen der Arthrostraka ist das einzige Kieferfußpaar (in der Fig. 53 als Gnathopod 2 bezeichnet; der Gnathopod 1 ist die zweite Maxille). Für die Arthrostraken-Unterordnung der Amphipoda (*ἀμφί* = zu beiden Seiten; *πούς, ποδός* = Fuß) spricht der seitlich zusammengedrückte Leib und das langgestreckte, aus 7 vollentwickelten Gliedern bestehende Abdomen. Typisch sind ferner

die zweiästigen Schwimmfüße der Hinterleibsegmente 1, 2 und 3, sowie die kräftigen, nach hinten gerichteten Springfüße der hinteren Abdominalglieder, die letzteren sind wie die ersten Kopfextremi-

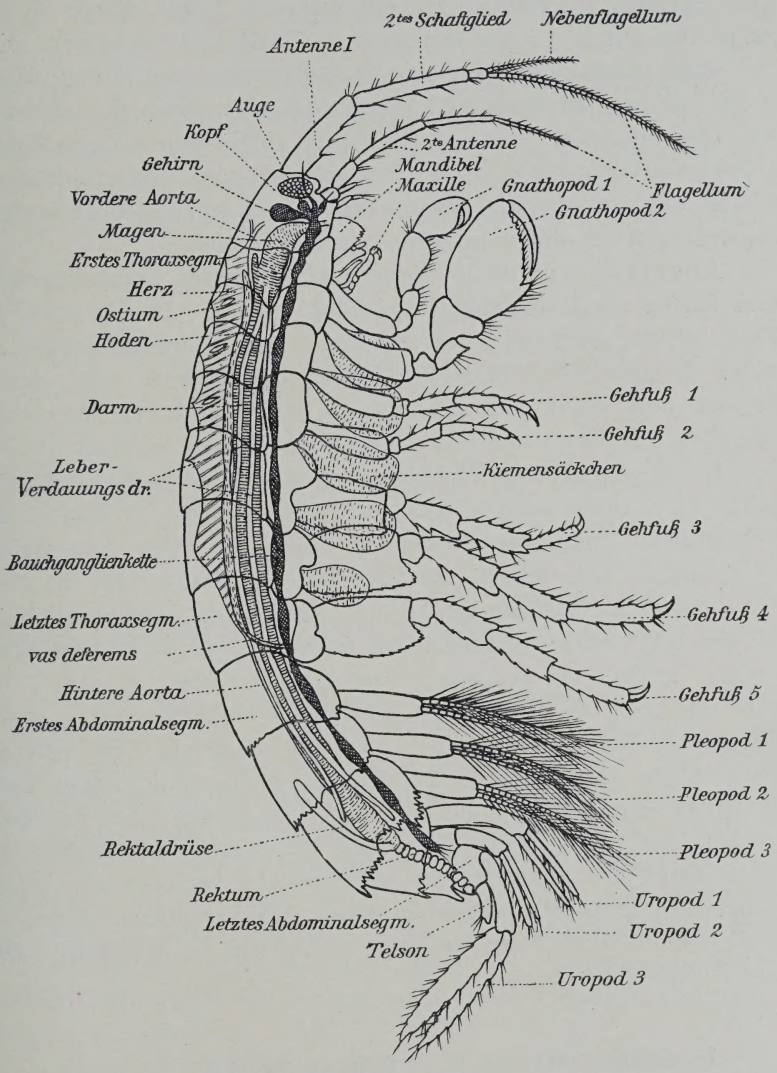


Fig. 53. Schematische Darstellung eines *Gammarus*. (Nach Stepping.)

täten, die Antennen, besonders auffällig und haben den Tieren ihren Namen (Amphipoda) eingetragen. Die hüpfende Fortbewegung hat die Bezeichnung „Flohkrebs“ verursacht.

Gammarus gehört zur Familie der Gammariden, die durch schlanke Gestalt, kräftige Kieferfüße (Gnathopoden) und eine die zweite an Länge übertreffende erste Antenne ausgezeichnet sind. Die Gattung *Gammarus* umfaßt mehrere Arten, deren Unterscheidung durch die außerordentliche Variabilität erschwert wird.

Eine ebenfalls sehr variable Flohkrebsform wurde früher wegen ihrer Vorliebe für fließendes Wasser als *Gammarus fluviatilis* bezeichnet, muß aber heute als Vertreter eines selbständigen Genus *Carinogammarus* gelten, dessen Hauptcharakter ein medianer Rückenkiel ist, der sich am letzten Thorax- und an den drei ersten Abdominalsegmenten nach hinten in einen Stachel auszieht.

Anpassungen: Beide Formen sind überaus anpassungsfähig und dürfen als Ubiquisten bezeichnet werden. Im Hochgebirgsbach bleiben sie meist klein und bilden die Schwimmapparate zurück. Genaue vergleichende Studien sind bis jetzt nicht durchgeführt, doch würde sich ohne Zweifel ein bemerkbarer Unterschied zwischen den fluviatilen und limnophilen Rassen ergeben.

Die Bewegung des Flohkrebses geschieht je nach Umständen ruhig oder ruckweise, schwimmend oder gehend. Während des Schwimmens dreht sich *Gammarus* häufig um seine Längsachse. Beim Gehen legt er sich auf eine Seite und verwendet die nach der Rückenseite zurückgeschlagenen drei letzten Gehfüße als Partner der nicht umgeschlagenen. Die *Gammarus*-Arten sind Detritusfresser, nehmen aber auch kleine lebende Tiere zu sich. Ihr Sauerstoffbedürfnis ist ziemlich groß, doch verhalten sich in dieser Beziehung Tiere verschiedener Fundorte ungleich. Da sich die Entwicklung vorwiegend im Ei abspielt, gelangen die jungen Tiere in fortgeschrittenem Stadium zur Welt. Sie bleiben noch eine Zeitlang in der als Brutraum dienenden Brusttasche der Mutter, wo ihnen durch das Schlagen der Schwimmfüße immer neues sauerstoffreiches Wasser zugestrudelt wird. Die Fortpflanzung scheint zeitlich kaum beschränkt zu sein, wenigstens in bewegten, nicht ausfrierenden Gewässern.

Potamobius astacus L. = **Astacus fluviatilis** Edelkrebs

(ποταμός Fluß, βιοῦν leben, ἄστακος Krebsart)

Fundorte: In Bächen und Flüssen, auch in langsam fließenden mit schlammigem Boden. Hält sich mit Vorliebe unter oder zwischen den Steinen des Steilufers auf.

Fang: Durch Ködern oder durch einfaches Einsammeln (Schonzeit: Deutschland 1. Nov. bis 31. Mai; Schweiz 1. Okt. bis 1. Juli).

Stellung: Malakostrake, dessen Augen auf beweglichen Stielen sitzen, Podophthalmata (*πούς, ποδός* = Fuß; *ὀφθαλμός* = Auge) und dessen Thoraxsegmente von einer auch den Kopf umschließenden Schale umgeben sind (Cephalothoraxschild Fig. 54) Thorakostraca (*θώραξ, ακος* = Brust, *ὄστρακον* = Schale). Die Unterordnung der Dekapoda (*δέκα* = 10) Zehnfüßer ist durch den Besitz von 5 Gehfußpaaren ausgezeichnet, von denen das erste bei unserm Krebs

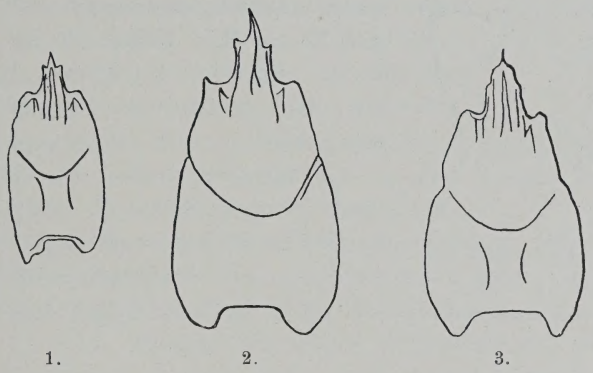


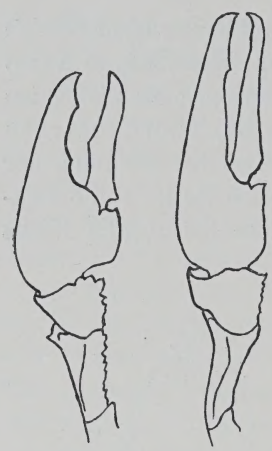
Fig. 54. Kopf-Brustschild von 1. *Potamobius torentium*, 2. *P. astacus*, 3. *P. pallipes*.

mit einer kräftigen Schere endet. Im Süßwasser lebt nur eine Dekapodenfamilie, die der Potamobiidae, vertreten durch eine einzige europäische Gattung; Potamobius Flußkrebs. Der Edelkrebs zeichnet sich aus: durch kurze kräftige Scheren (Fig. 55, 1), durch eine Stirnspitze (Rostrum) mit einem einzigen Paar deutlich hervortretender Nebenspitzen (Fig. 54, 2) und durch einen Cephalothoraxschild, der in seinem hintern Abschnitt etwa gleich breit wie lang oder eher etwas breiter ist. Seine Eier sind dunkel rotbraun. Im Juni oder Juli schlüpfen die Jungen aus. Infolge der Krebspest (ums Jahr 1880) ist das Tier in manchen Gegenden ganz oder fast ganz ausgestorben.

Potamobius (Astacus) torrentium Schrank, Steinkrebs
torrens = Wildbach

Vom Edelkrebs durch geringere Größe, schlankeren Cephalothorax (der hintere Teil länger als breit, vgl. Fig. 54, 1) und durch

hellgraue Färbung der Eier ausgezeichnet, lebt mit Vorliebe in rasch bewegtem Wasser: Gebirgsbäche oder doch in ganz klaren Bergseen. Seine Jungen schlüpfen im Mai aus.



1. 2.

Fig. 55. Linke Schere von 1. *Potamobius astacus*, 2. *Potamobius leptodoctylus*.

Von Edel- und Steinkrebs unterscheidet sich der Dohlenkrebs (Potamobius pallipes Lereboullet [pallere blaß sein; pes Fuß]) durch die Form des Rostrums (Fig. 54, 3), welches zwei wenig vorragende Seitenspitzen aufweist, sowie durch dunkelbraune bis schwarze Färbung der Eier. Man findet ihn an ähnlichen Stellen wie den Edelkrebs, doch ist er auf den Südwesten Deutschlands beschränkt.

Eingesetzt worden ist da und dort der osteuropäische P. leptodactylus (siehe Fig. 55, 2), λεπτός = glatt; δάκτυλος = Finger, sowie mehrere Arten der amerikanischen Gattung Cambarus.

Hydracarinen

Panisus torrenticolus Piersig

(Panisus? Flußname; torrenticolus bergbachbewohnend)

Fundorte: In Bächen und Flüssen mit starker Strömung.

Fang: Durch Ablesen von den Steinen mit Hilfe eines Pinsels, eventuell auch durch Abspülen von Moos und Holzstückchen.

Konservierung: Damit die Beine gestreckt bleiben, kann man Eisessigglyzerin anwenden, das auch für die Untersuchung günstig wirkt.

Stellung: *Panisus* ist ein Vertreter der Arachnoideen oder Spinnentiere, somit der tracheaten Arthropoden. Die Unselbständigkeit des Kopfes, der mit der Brust zum Cephalothorax verschmolzen ist, das Fehlen der Fühler und die 4 Beinpaare lassen uns diese Verwandtschaft sofort erkennen. Als Acarine (acarus Milbe) kennzeichnet sich das Tier durch die Verschmelzung des Cephalothorax mit dem Hinterteil, welche bewirkt, daß der Körper äußerlich keine Segmentgrenzen erkennen läßt.

Die Unterordnung der Hydracarina oder Wassermilben umfaßt kleine, oft mikroskopische Milben, die meist lebhaft gefärbt sind und gut entwickelte an Bauchplatten (Epimeren) eingelenkte 6 gliedrige Beine besitzen. Die beweglichen Oberkiefer sind zweigliedrig, die Unterkiefer sind zu einem sog. Maxillarorgan verwachsen, das die für die Gruppe sehr charakteristischen, stets fünfgliedrigen beinartigen Kiefertaster oder Palpen trägt. Die Geschlechtsöffnung der ausnahmslos getrenntgeschlechtlichen Tiere findet sich auf der Bauchseite, meist hinter oder zwischen den Epimeren und ist in der Regel von Nebenapparaten, wie Klappen und Näpfen, umgeben, deren Zahl und Anordnung bisweilen für die systematische Unterscheidung verwertet werden kann. Außerdem sind die Augen wichtig, welche in der Zahl von 2 Paaren entweder der Mittellinie genähert auf gemeinsamen brillenartigen Chitingebilden sitzen, oder aber seitlich gelegen sind. Dazu kommt bisweilen noch ein median gelegenes fünftes Auge.

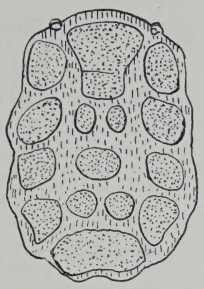


Fig. 56. Rückenseite des Körpers von *Panisus torrenticolus* Piers. (Nach Koenike.)

Fig. 57. Der Palpus eines Hydryphantiden. (Nach Koenike.)

Panisus mit seinen seitenständigen Augen, die in 2 Augenkapseln stecken, mit dem etwas abgeplatteten Körper und der roten Färbung zählt zur Familie der Hydryphantiden. Die kurze, scherenförmige Palpe (Fig. 57) und die Lage des Genitalorgans, das sich zwischen den zwei hintern Epimerengruppen befindet, sowie der geringe Abstand zwischen der zweiten und dritten Epimere spricht für die Zugehörigkeit zur Unterfamilie der Hydryphantinae. Das Fehlen der Schwimmhaare und des unpaaren Mittelauges, sowie das Auftreten mehrerer ungefelderter Rückenschilder (Fig. 56) deutet auf die Gattung *Panisus*, die nur unsere Art umfaßt.

Anpassungen: Als Anpassungscharaktere, die für das strömende Wasser charakteristisch sind, haben zu gelten: die deutliche dorsoventrale Abplattung, das Fehlen des Schwimmhaarbesatzes, die kurzen, stämmigen Beine, die jeweils am Gliedende einen Borstenbesatz in Kranzform zeigen. Zum Verankern dienen die starken Krallen, die einfach gekrümmte Gebilde darstellen und als solche zum Einhaken in Unebenheiten des Untergrundes treff-

lich geeignet sind. Der ganze Körper ist durch Panzerplatten vor dem Wasserdruck geschützt.

Aturus scaber Kramer (Aturus = Fluß in Aquitanien; scaber = rauh)

Fundorte: Unter Steinen und im Moos raschfließender Bäche.

Fang: Mooszweige und Abspülrückstände der Steine werden in flachen Schalen (auch in gewöhnlichen Tellern) ausgebreitet.

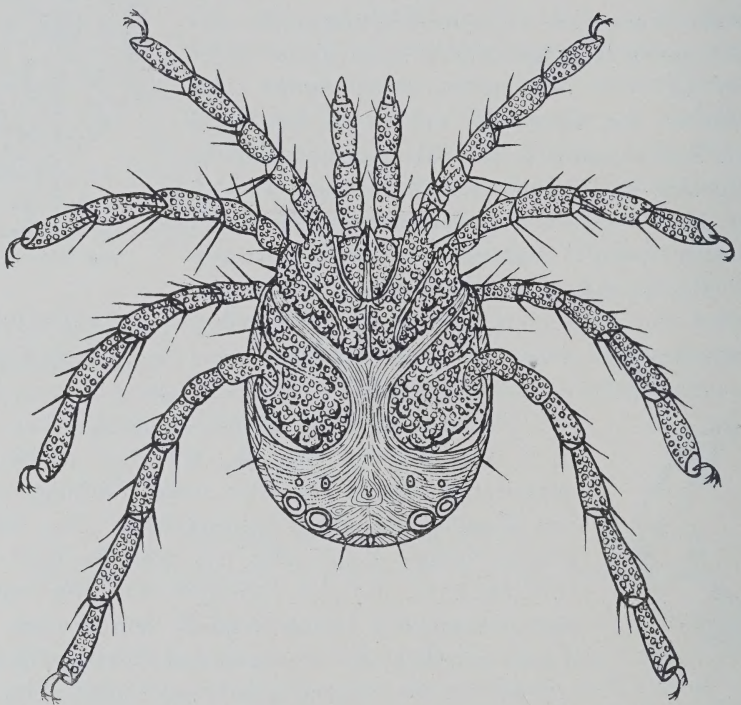


Fig. 58. *Aturus scaber* Kramer. Nymphe von der Bauchseite gesehen. (Nach Piersig.)

Nachdem sich der Schlamm gesetzt hat, werden die dem unbewaffneten Auge eben noch sichtbaren Milben mit Hilfe von feinen Pipetten isoliert.

Konservierung: Eisessigglyzerin.

Stellung: Eine Wassermilbe der Unterordnung der Hydracarina wie *Panisus*. Als Hygrobatide hat *Aturus* seitenständige Augen wie *Panisus*, jedoch keine Augenkapseln. Charakteristisch sind ferner: die nicht rote (gelbe) Farbe, die starke Entwicklung der Epimeren, die einen großen Teil der Bauchfläche decken, und

der bedeutende Unterschied der Geschlechter. *Aturus* gehört zur Unterfamilie der Aturinae, die sich durch Körperpanzerung und durch einfachen, nicht zangenförmigen Palpus auszeichnen. Die Gattung *Aturus* ist kenntlich an ihrem vielnäpfigen, weit nach hinten gerückten Genitalorgan und an der Verschmelzung der Epimeren in der ventralen Mittellinie.

Anpassungen: Geringe Körpergröße, starke Panzerung und ausgesprochene dorsoventrale Abplattung, die beim erwachsenen Tier in der Mittellinie völlig verschmolzenen Epimeren, die kräftigen, mit kurzen, steifen Borsten besetzten, schwimmhaarlosen Beine mit ihren starken Krallen machen das Tier zu einem trefflich angepaßten rheophilen Organismus. Ob auch das stark verlängerte, mit ungewöhnlich großen Fußkrallen ausgestattete Hinterbein des männlichen *Aturus scaber* mit dem fließenden Wasser in Verbindung gebracht werden muß, ist ungewiß.

Zu den best angepaßten Bachmilben zählen die Arten der Gattung Feltria, einer ebenfalls zur Unterfamilie der Aturinae gehörigen Hygrobatidengattung, die sich durch besonders geringe Körpergröße und starke Abflachung auszeichnet.

Feltria armata (Koenike) ist, wie der Name sagt, gut gepanzert. Beim Männchen, das etwa 0,3 mm groß wird, ist die Panzerung besonders fest und selbst die Epimeren sind teilweise verwachsen. Das etwa um $^1/_3$ größere Weibchen dagegen besitzt getrennte Epimeren, da der Körper beim Eintritt der Geschlechtsreife erweiterungsfähig bleiben muß.

Besonders auffällig ist eine derbe umfangreiche sog. Napfplatte auf der Bauchseite des Hinterleibes (s. Fig. 59), die vielleicht als Schutz gegen die starke Rutschreibung zu dienen hat, welcher die auf Steinen lebenden und in raschfließenden Bächen vorkommenden Milben ausgesetzt sind. Sehr auffällig ist, daß die Eier der *Feltria*-Arten im Vergleich zum Körper geradezu fabelhafte Dimensionen aufweisen, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

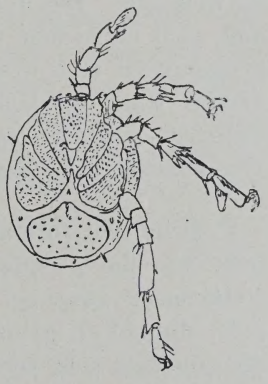


Fig. 59. *Feltria armata* (Koen.). Männchen mit großer Bauchplatte (sog. Napfplatte), Palpus weggelassen. (Mit Benützung einer Figur von Koenike.)

Hydracarinen des stehenden Wassers:

	Eigröße	Körpergröße	Verhältnis	Zahl der Eier
1. Hydrachna geographica	0.28	8	1 : 29	?
2. Eulais extendens	0.22	5	1 : 22	erstaunliche Menge
3. Limnochares aquaticus	0.176	3.5	1 : 20	zahlreich
4. Pionopsis lutescens	0.13	2	1 : 15	große Anzahl
5. Diplodontus decipiens	0.16	2	1 : 13	?

Hydracarinen des Baches:

	Eigröße	Körpergröße	Verhältuis	Zahl der Eier
1. Hjardalia runcinata	0.144	0.368	1 : 2.5	1—2
2. Feltria minuta	0.13	0.35	1 : 2.7	einzeln
3. „ setigera	0.132	0.43	1 : 3	?
4. „ zschokkei	0.112	0.45	1 : 4	1
5. Torrenticola anomala	0.17	0.75	1 : 4	1—3 (selten 5)
6. Atractides spinipes	0.16	0.8	1 : 5	8—15
7. Sperchon denticulatus	0.16	1	1 : 6	?
8. Partnunia steinmanni	0.17	1.1	1 : 6	10—20

Große Eier deuten in der Regel auf langdauernde Embryonalentwicklung. Die Jungen sind dann zur Zeit der Geburt kräftig nnd wohl entwickelt und somit imstande, der Ungunst der Lebensbedingungen zu trotzen. Infolge der Eigröße ist jedoch die Fruchtbarkeit stark herabgesetzt (s. Tab.). Die übrigen Merkmale der Feltrien — Fehlen der Schwimmhaare, kurze, kräftige Beine mit Dornenkränzen — gelten auch für *Panisus*.

Nicht alle torrenticolen Hydracarinen sind so trefflich angepaßt wie die genannten Genera und können trotzdem in ihrem Vorkommen ganz auf fließendes Wasser beschränkt sein. So ist z. B. Sperchon glandulosus Koenike eine wenig angepaßte Art, die trotzdem sehr selten in stehenden Gewässern vorkommt.

Sperchon gehört zur Familie der Hygrobatiden, deren Angehörige zwei Augenpaare und keine Chitinkapsel aufweisen. Die Körperhaut ist weich und gekörnelt und zeigt keine Panzerplatten. Auffällig ist auch die hohe Wölbung des Rückens. Die Neigung zu rheophiler Lebensweise spricht sich in dem völligen Fehlen der

Schwimmhaare aus, sowie in der kräftigen Entwicklung der Fußkrallen. Mit den relativ großen Eiern (vergl. Tabelle) stellt sich *Sperchon* ebenfalls in die Reihen der rheophilen Milben.

Innerhalb einer Familie oder Gattung von Hydracarinen machen sich oft bedeutende Unterschiede der Lebensweise und damit auch der Gestaltung geltend. So steht zum Beispiel den rheophilen *Sperchon*-Arten eine mit Schwimmhaaren versehene, vorwiegend limnophile, weichhäutige und mit krallenlosen Hinterbeinen ausgestattete Gattung *Teutonia* gegenüber, die im übrigen mit *Sperchon* sehr nahe verwandt ist.

Innerhalb der sehr artenreichen Gattung *Lebertia* zeigen sich zwischen den beiden Extremen — limnophil schwimmend und rheophil kletternd — alle erdenklichen Zwischenstufen.

Auch diese Gattung gehört zu den Hygrobatiden und zwar zu der Unterfamilie der Lebertiinae, die an den zu einer einzigen Gruppe vereinigten, größtenteils miteinander verschmolzenen Epimeren leicht zu erkennen ist. Gegenüber den limnophilen Lebertiinengattungen *Frontipoda, Gnaphiscus* und *Oxus* zeichnet sich *Lebertia* durch den Besitz von Fußkrallen an den Hinterbeinen aus.

Während die sehr verbreitete seenbewohnende Lebertia insignis Neumann durch zahlreiche lange Schwimmhaare zu geschicktem Schwimmen befähigt ist, muß Lebertia sparsicapillata Sig. Thor mit wenigen, wenn auch langen Schwimmborsten auskommen. Lebertia papillosa Piersig dagegen besitzt ganz verkümmerte, Lebertia subtilis Koenike gar keine Schwimmborsten. Hand in Hand mit dieser Reduktion der Schwimmhaare gehen andere Umbildungen, wie z. B. die Verkürzung der Beine und die Abplattung des Rückens. Dem Aussehen entspricht im großen und ganzen der Aufenthaltsort, doch kann es vorkommen, daß man schwimmende Lebertien in bewegtem Wasser antrifft, so z. B. die große Lebertia porosa Sig. Thor.

Ephemeriden

Ecdyurus forcipula Pict.

(ἐκδύω = ausziehen, οὐρά = Schwanz, forcipulus = kleine Zange)

Fundorte: Imago: An Bächen und Flüssen im Sommer.
Larve: Unter den überspülten Steinen.

Stellung: *Ecdyurus forcipula* ist eine Eintagsfliege oder Ephemeride (ἐφήμερος = einen Tag lebend). Diese interessante Insektenabteilung wird entweder zu den Pseudoneuroptera d. h. Scheinnetzflüglern gestellt, oder besser noch als eine selbständige Ordnung der Insekten aufgefaßt. Sie ist wie alle Eintagsfliegen ein zartes Insekt mit verkümmerten Mundgliedmaßen. Ihre Lebensdauer ist sehr kurz (ca. 20 Stunden). Weitere, für die Ordnung charakteristische Merkmale sind: der kleine Kopf, der mit zwei Punktaugen und zwei ansehnlichen Facettenaugen ausgestattet ist und ein ziemlich kurzes Fühlerpaar trägt. Der Thorax ist kräftig gebaut und besteht aus ungleichen Segmenten: das mittlere Glied ist das stärkste, das vorderste, schwächste ist mit ihm eng verwachsen, und auch zwischen dem mittleren und hintern Glied ist nur eine schwache Einschnürung vorhanden.

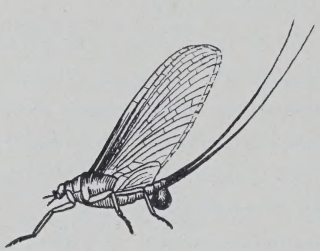


Fig. 60. *Ecdyurus*-Weibchen mit Eiballen. (Unter Benutzung einer Figur von Vosseler).

Der ungleichen Größe entspricht die verschiedene Inanspruchnahme: Das hauptsächlichste Bewegungsorgan ist der am Mesothorax ansetzende Vorderflügel, der den hintern an Größe weit überragt und daher eine besonders kräftige, in der Mittelbrust lokalisierte Flugmuskulatur beansprucht. Sehr schwach und als Gehwerkzeuge kaum tauglich sind die Beine. Ihre Bedeutung beruht hauptsächlich auf den Klauen: sie sind als Klammerorgane beim Niedersitzen der Fliegen von Wert. Der Hinterleib ist gleichmäßig geringelt und läßt von oben gesehen 10 Segmente erkennen. Er trägt die langgezogenen Schwanzfäden oder Cerci (s. Fig. 60).

Ecdyurus forcipula ist ein Ecdyuride und hat als solcher ziemlich reichgeäderte glashelle Vorder- und Hinterflügel und zwei Schwanzborsten. Die Fußglieder der Hinterfüße sind zusammen kürzer als die Schiene. Auf die Einzelheiten des für die Familie ebenfalls charakteristischen Flügelbaues soll hier nicht eingegangen werden.

Die Gattung *Ecdyurus* selbst zeichnet sich durch den Bau der Hinter-Fußglieder aus, die an Größe nach der Fußspitze zu allmählich abnehmen.

Die Arten der Gattung sind hauptsächlich durch die Färbung des Körpers und durch den Bau der Kopulationsorgane beim Männ-

chen verschieden. *Ecdyurus forcipula* ist braun bis gelbbraun, die Flügel zeigen eine dunkelgrünliche Färbung. Die Schwanzfäden sind beim Weibchen etwa doppelt, beim Männchen fast dreimal so lang wie der Körper.

Bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse ist es nicht möglich, die Larven der einzelnen Arten auseinanderzuhalten. Wir beschränken uns daher auf eine Zusammenstellung der für die *Ecdyurus*-Larve charakteristischen Merkmale: Der Lippentaster, der meist ohne besondere Präparation sichtbar ist, setzt sich aus zwei Gliedern zusammen (vergl. Fig. 101), von denen das proximale größer ist als das Endglied; auch der Kiefertaster ist zweigliedrig. An den Hinterleibsringen finden sich 7 Paar Tracheenkiemen, von

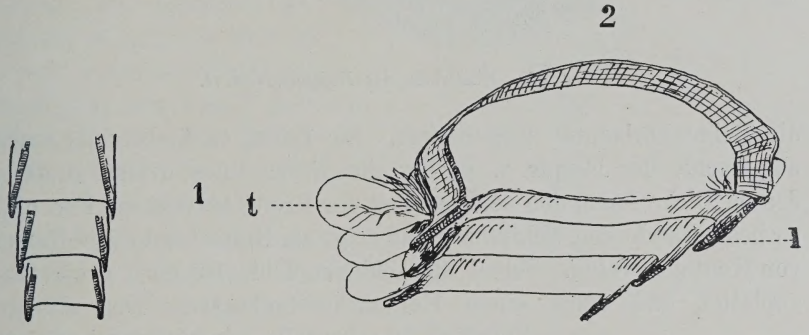


Fig. 61. *Ecdyurus*-Larve, drei Hinterleibsringe: 1 von der ventralen Seite, 2 von vorn und unten gesehen. *t* Tracheenkiemen, *l* schienenartige Längsleisten.

denen jede aus einem ovalen Blättchen und einem Fadenbüschelchen besteht. Der Hinterleib trägt drei vollkommene Schwanzborsten.

Anpassungen: Die *Ecdyurus*-Larve ist ein sehr schönes Beispiel hochgradiger rheophiler Anpassung. Ihr Körper ist sehr stark dorsoventral zusammengedrückt, der breit schildförmige Kopf liegt mit einem scharfen Rand der Unterlage dicht an. Eine den Rand begleitende Reihe feiner Borsten gestaltet den Kontakt noch inniger: Wir können von einem Kontaktrand sprechen. Durch diese Einrichtung wird vermieden, daß die Strömung das Insekt durch Unterspülung von den Steinen ablöst. Die Bauchfläche des Thorax und Abdomens ist völlig eben. Auch an den Hinterleibsringen tritt jederseits ein stark chitinisierter Rand auf, der etwas über die Bauchfläche vorragt. Man ist versucht, an Schlittenschienen zu denken. Jeder Kontaktrand

setzt sich nach hinten in eine Spitze fort und deckt das folgende Segment, dessen eigener Kontaktrand etwas weiter innen liegt (Fig. 61). Die Koxen der Beine befinden sich ganz am Seitenrand des Körpers, der Brustfläche völlig eingefügt. Infolgedessen sind

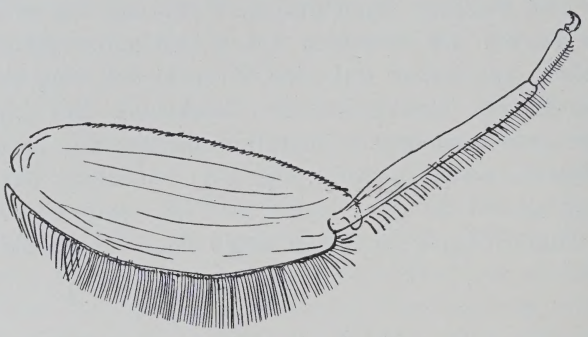


Fig. 62. Hinterbein der *Ecdyurus*-Larve.

die Beine horizontal ausgebreitet. Sie selbst sind ebenfalls stark abgeflacht, der Femur z. B. hat die Form eines ovalen Blattes, dessen Dicke kaum den zehnten Teil der Breite beträgt (s. Fig. 62). Er besitzt außerdem Schildform und zeigt am Hinterrand einen Kamm von Kontaktborsten. Selbst die schlanke Tibia ist noch etwas abgeplattet und trägt einen Kontaktborstenbesatz. Das einzige Fußglied ist ebenfalls mit einem schwachen Borstenkamm ausgestattet und zeigt eine bewegliche starke Klaue (Fig. 63). Lang und im Leben weit gespreizt sind die Schwanzborsten, die bei der Larve im Gegensatz zum fertigen Insekt in der Dreizahl vorhanden sind. Sie werden im Wasser der Unterlage angeschmiegt und helfen den Kontakt noch inniger gestalten.

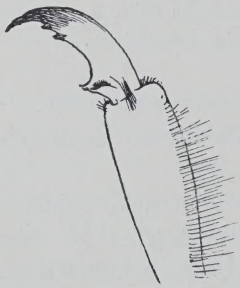


Fig. 63. Fußkralle der *Ecdyurus*-Larve.

Auch die Tracheenkiemenblättchen, die als Schutzdeckel für die Kiemenfadenbüschel dienen, dürfen, da sie in dieser Form nur bei Ephemeridenlarven des fließenden Wassers vorkommen, als rheophil angepaßt angesehen werden. Sie stehen schief zum Körper und vermitteln also zwischen diesem und dem Stein, so daß die wegstoßende Wirkung der Strömung weniger zur Geltung kommt.

Interessant ist endlich die Bewegung der Beine, welche nicht wie bei den meisten Insekten unter Zug, Hub und Schub (Vorder-

beine Zug, Mittelbeine Hub, Hinterbeine Schub) erfolgt, sondern ausschließlich unter Zugwirkung, in dem alle drei Beinpaare parallel mit dem Femur-Tibiawinkel (Knie) nach hinten gerichtet sind. Dabei werden stets Vorder- und Hinterbein der einen Seite gemeinsam mit dem Mittelbein der andern Seite vorgesetzt, ohne daß der Körper bei der Vorwärtsbewegung von der Unterlage abgehoben wird.

In ihrem Medium schwimmt die Larve kaum jemals, im Aquarium dagegen schnellt sie sich oft durch vertikale Schlängelbewegung ein Stück weit empor, sinkt aber alsbald wieder kraftlos zu Boden. Die sehr schwache oder ganz fehlende Behaarung der Cerci ermöglicht kein eigentliches Schwimmen.

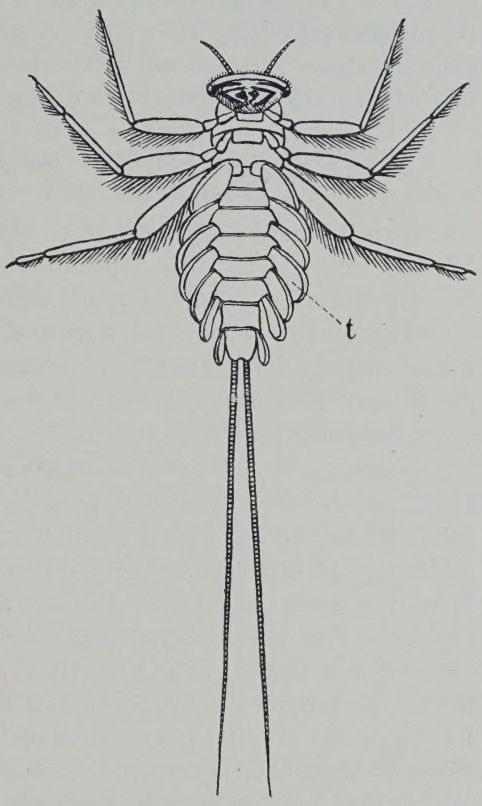


Fig. 64. Larve von *Epeorus* von der Bauchseite gesehen. *t* Tracheenkiemen. (Nach Ulmer.)

Nachdem die Larve reif geworden ist — ihre Flügelscheiden haben sich braun und schließlich fast schwarz gefärbt — häutet sie sich. Dieser Akt vollzieht sich entweder direkt am Wasserrand oder wie bei andern Ephemeriden an der Wasseroberfläche. Der Nymphenhülle entsteigt noch nicht das definitive Insekt, sondern ein als Subimago bezeichnetes geflügeltes Stadium. Diese Zwischenform kommt unter allen Insekten einzig den Eintagsfliegen zu. Sie unterscheidet sich von dem Endstadium durch etwas matte und düstere Farben. Die letzte Häutung findet fern vom Wasser an den Uferbüschen statt, an denen man bisweilen die äußerst zarten Subimagohäute findet. Zwischen der zweitletzten und letzten Häutung vergehen bei einzelnen Ephemeriden nur wenige Minuten, bei andern viele Stunden. Die Biologie

der Ephemeriden ist aber noch nicht so genau bekannt, daß man über diese Verhältnisse zahlenmäßige Angaben machen könnte.

Mit *Ecdyurus* nahe verwandt sind die Gattungen *Heptagenia*, *Epeorus* (s. Fig. 64) und *Rhithrogena*. Die erste unterscheidet sich als Larve von *Ecdyurus* durch die schmal lanzettliche Form der Kiemendeckblättchen, die zweite durch das Fehlen der mittleren Schwanzborste. *Heptagenia* belebt in verschiedenen Arten Flüsse und Ströme, *Epeorus* ist ein Bewohner der Gebirgsbäche.

Rhithrogena semicolorata Curt. (ῥεῖθρον = Flußbett, -γενος = abstammend, semicoloratus = halbgefärbt)

Fundorte: Imago: An rasch fließenden Bächen mit reinem Wasser vom Mai bis zum September.

Larve: Unter den überspülten Steinen.

Stellung: Gehört zu den Ecdyuridae. Für die Gattung ist die Gliederung der Hinterfüße bezeichnend, deren erstes Glied etwa gleich lang ist wie das zweite, während am Vorderfuß das zweite stark überwiegt.

Rhithrogena semicolorata ist an der Färbung der Flügel leicht kenntlich, deren Wurzel und proximale Hälfte braun gefärbt ist, während der übrige Flügel glashell erscheint. Der Körper selbst schimmert rötlichbraun. Die zwei langen Schwanzborsten (beim Männchen mehr als doppelt so lang als der Körper) werden beim sitzenden Tier aufrecht getragen.

Anpassungen: Die Larve ist etwas weniger stark abgeflacht als die der vorigen Gattung, der sie im übrigen sehr ähnlich sieht. Sie ist durch den Besitz von 3 Schwanzfäden und durch die eigentümliche Ausbildung des ersten Tracheenkiemenpaares charakterisiert. Die kräftig entwickelten blattartigen Gebilde kommen unterhalb der Hinterbrust in der Medianlinie zur Berührung und bilden so eine große zusammenhängende Fläche. Da sie außerdem im Vergleich zu den kleineren hinteren Kiemen mit einem sehr spärlichen Kiemenfadenbüschel ausgestattet sind und selbst nur von wenigen Tracheen durchzogen werden, sind sie offenbar als adhäsionsfördernde Apparate aufzufassen: wenn die *Rhithrogena*-Larve über einen glatten Stein dahin huscht, so bleibt diese ventrale Platte mit der Unterlage in Kontakt. Im übrigen ist auch diese Ephemeridenlarve durch einen blattartig verbreiterten Femur ausgezeichnet, und die Fortbewegung erfolgt bei ihr wie bei den vorbesprochenen Larven: sie ist ein vorzüglich angepaßtes rheophiles Geschöpf.

Oligoneuria rhenana Imh.

(ὀλίγος = wenig, νεῦρον = Nerv, rhenanus = zum Rhein gehörig)

Fundorte: Imago: Über der Wasserfläche größerer Flüsse, oft in unglaublicher Menge, doch nur während kurzer Zeit: Mitte August bis Anfang September. Wird kaum sitzend angetroffen; ausgesprochenes Lufttier.

Larve: Unter den Ufersteinen. Gehört der echten Steinfauna an, wird jedoch erst etwa 2—3 Monate vor der Flugzeit gefunden und zwar nicht in den jüngsten Stadien. Da die Eier mitten im Strom abgegeben werden, ist es sehr wahrscheinlich, daß die jungen Larven sich an der Flußsohle aufhalten und erst in reiferen Stadien an das Ufer auswandern.

Stellung: *Oligoneuria* ist eine Eintagsfliege, die ihren Namen kaum verdient, da ihre Lebensdauer viel kürzer als ein Tag ist. Sie dürfte durchschnittlich etwa 4 Stunden leben.

Als Mitglied der Familie der Palingeniidae besitzt *Oligoneuria* graulich getrübte Flügel und schwache Beine, die Hinterfüße sind viergliedrig. Für die Gattung *Oligoneuria* ist charakteristisch die im Namen ausgedrückte geringe Entwicklung der Nervatur, die auf wenige radial verlaufende Hauptadern und sehr spärliche Queradern beschränkt ist, sowie das Auftreten von drei Schwanzborsten, die beim Männchen den Körper an Länge übertreffen, während sie im weiblichen Geschlecht viel kürzer sind.

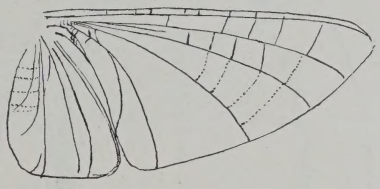


Fig. 65. Flügel von *Oligoneuria*. (Nach Eaton.)

Oligoneuria ist nur durch die Art *rhenana* vertreten. Sie ist am Kopf und Thorax ockergelb, am Hinterleib weißlich gefärbt und macht den Eindruck eines außerordentlich subtilen Wesens. Die Larve ist noch nicht genau beschrieben. Sie ist dorsoventral etwas abgeflacht, besitzt seitlich ausgebreitete Beine und einen ziemlich breiten Femur, ist eine schnell laufende Steinform und besitzt am Hinterleib Kiemen (Tracheenkiemen), welche aus einer kleinen, dicken, eiförmigen Schuppe und einem Büschel feiner Fäden bestehen. Bei der leicht mit Hilfe zweier Nadeln zu bewerkstelligenden Präparation der Mundgliedmaßen findet man als weiteres Kennzeichen die Zweigliedrigkeit der beiden Tasterpaare (Maxillar- und Labialtaster).

Anpassungen: Die *Oligoneuria*-Larve ist als Bewohner des fließenden Wassers durch die genannten Merkmale der dorsoventralen Abflachung und seitlichen Ausbreitung der Beine ausgezeichnet, sie ist jedoch viel weniger vollkommen angepaßt als die vorigen Arten, das ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß *Oligoneuria* kein Bewohner sehr rasch fließender Gewässer ist, sondern langsam ziehende große Ströme bevorzugt. Ferner ist an die geringe Strömung der Flußsohle zu denken, die wahrscheinlich während mehrerer Monate die junge Larve beherbergt.

Prosopistoma foliaceum Fourcroy (*πρόσωπον* = Maske; *στόμα* = Mund; foliaceus = blattartig)

Fundorte: An Steinen der Flüsse: Rhein beim Loreley-Felsen, bei Ludwigshafen, Basel, Main, Tauber.

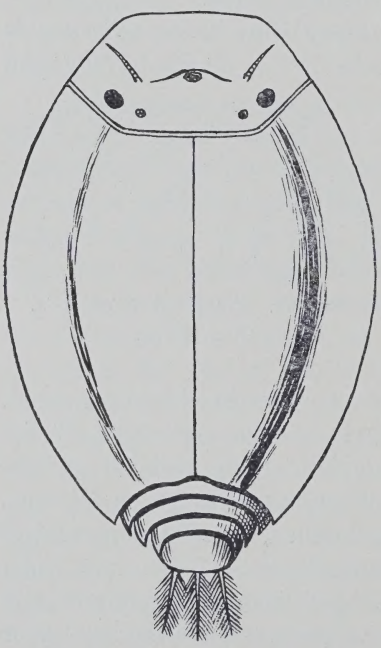


Fig. 66. Larve von *Prosopistoma foliaceum*. (Nach Ulmer.)

Stellung und Anpassungen: Die Larve dieser wenig bekannten Ephemeride ist ganz abweichend gebaut und gleicht viel eher einem Krebs (Triops oder Karpfenlaus) als einer Ephemeridenlarve verwandter Gattungen. Die kleinen Larven erscheinen als flache Schildchen an der Unterseite der Steine und erinnern auf den ersten Blick an die Eikapseln der Hirudineen. Häufig bergen sie sich in Spalten und Höhlungen der Steine. Ein Rückenschild deckt den ganzen Thorax sowie den Hinterleib bis zum viertletzten Segment, deckt auch die ziemlich schwachen Beine, von denen der Beschauer, der das Tier von der Rückenseite betrachtet, nichts wahrnimmt. Der Kopf, flach schildförmig, wie bei *Ecdyurus* und andern, paßt genau in einen Ausschnitt des Rückenschildes, so daß die Körperränder (Kontaktvorrichtungen) an Kopf und Rumpf kontinuierlich ineinander über-

gehen. Versucht man, die Larve von der Unterlage abzulösen, so preßt sie sich wie ein *Ancylus* fest an. Dies geschieht wahrscheinlich durch Emporwölbung des Körpers, also durch Ansaugen. Wichtig ist, daß das Tier laufen kann, ohne den Körperrand wesentlich von der Unterlage abzuheben, daß es somit der Gefahr des „Unterspültwerdens" nicht ausgesetzt ist. Die *Prosopistoma*-Larve ist eines der schönsten Beispiele rheophiler Anpassung.

Plecoptera

Perla cephalotes Curt.

(perula = Perle, κεφαλή = Kopf, cephalotes = mit Kopf versehen)

Fundorte: Imago: An Gebirgsbächen und rasch fließenden Flüssen, schwerfällig fliegend, wird meist an Uferbüschen sitzend

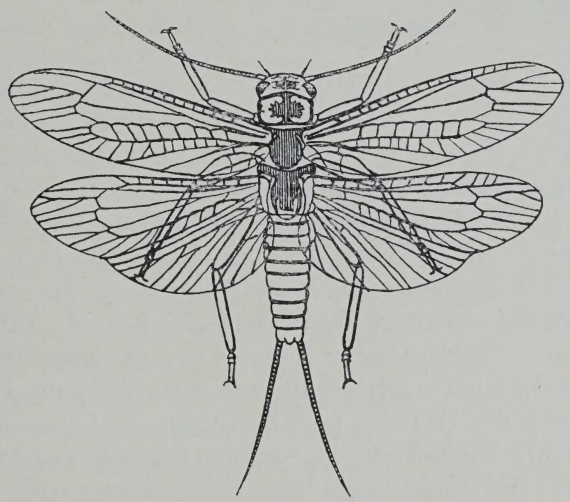


Fig. 67. *Perla*. (Nach Miall.)

an oder unter den Ufersteinen, oder in den Ritzen der Rinde von Uferbäumen gefunden, bisweilen halb erstarrt, bei Sonnenschein jedoch meist sehr lebhaft und rasch laufend.

Larve: Kriecht vor der Metamorphose aus dem Wasser. Die jüngeren Stadien wahrscheinlich uferfern, an der Sohle des Flusses, ältere Larven unter den Ufersteinen.

Stellung: *Perla cephalotes* gehört zu den Plecoptera (πλέχος = Geflecht, πτερόν = Flügel) oder Steinfliegen, auch Afterfrüh-

lingsfliegen genannt, die entweder als eine besondere Ordnung der Insekten oder als Unterabteilung der Pseudoneuroptera = Trugnetzflügler aufgefaßt werden. Von den echten Netzflüglern entfernen sie sich sehr weit, besonders durch ihre unvollkommene Metamorphose. Charakteristisch für die Steinfliegen sind die beißenden Mundteile, die besonders auch bei der Larve leicht beobachtet werden können, die drei Segmente des Thorax sind nahezu gleich groß und deutlich voneinander geschieden. Das zweite und das dritte tragen je ein Flügelpaar mit reicher Aderung. Während der Vorderflügel schmal ist, trägt der hintere einen mächtigen sog. Analfächer und füllt daher den Raum zwischen dem Hinterrand des Vorderflügels und dem Hinterleib fast ganz aus. Der letztere wird beim ruhenden oder laufenden Tier von allen vier Flügeln bedeckt, wobei die Flügelspitzen das Hinterleibsende meist noch überragen. Dabei werden nicht etwa wie bei den Käfern die beiden Vorderflügel nebeneinander gelegt, sondern der eine deckt alles Übrige. Der Hinterleib trägt die an Fühlhörner erinnernden gegliederten Schwanzfäden oder Cerci.

Fig. 68. *Perla* mit Eiballen. (Nach Vosseler.)

Perla ist zur Unterordnung der Setipalpia (seta = Borste) zu rechnen, da ihre Taster aus ungleichen Gliedern bestehen. (Taster der Mundgliedmaßen, nicht Antennen!) Die proximalen Glieder sind die stärksten, das distalste das dünnste, daher macht der Taster den Eindruck einer Borste. Für die Zugehörigkeit zur Familie der Perlidae spricht unter anderm die gute Ausbildung der Cerci und der Bau des Fußes, der ein an Länge die beiden andern wesentlich übertreffendes Endglied aufweist, und der Bau des Flügels, der hier jedoch nicht besprochen werden soll. Für die Gattung *Perla* selbst ist der breite Kopf charakteristisch, der den Schild des ersten Thoraxabschnittes (Pronotum) an Breite übertrifft. Das Pronotum selbst ist vorn am breitesten und verschmälert sich allmählich nach hinten. Dies ist bei unserer Art ganz besonders auffällig. Als weiteres Kennzeichen mag die Stellung der Stirnaugen genannt sein, welche die Spitzen eines schmalen, gleichschenkligen Dreiecks bilden. Der Abstand der beiden hintern Stirnaugen beträgt nicht einmal den dritten Teil der Kopfbreite. Die Männchen treten entweder voll- oder kurzflüglig auf. Die Verbreitungsverhältnisse der beiden Formen sind nur ungenügend bekannt.

Die Larve ist auffallend breit und flach, sie zeigt wie das entwickelte Insekt Borstenpalpen und lange Tarsenendglieder (s. o.). Auf der Brust treten seitlich weiße Büschel von Tracheenkiemen auf. Gut entwickelt sind die Cerci.

Anpassungen: Die *Perla*-Larve (eine spezifische Unterscheidung ist bis jetzt nicht möglich) ist ein ausgesprochen rheophiles Tier. Seine dorsoventrale Abplattung, die breiten, seitlich eingesetzten Beine, die alle mit dem Schenkelschienenwinkel nach hinten gerichtet sind, die in Reihen gestellten Adhäsionsborsten, die vom Schenkelring bis zum Ende des Fußes reichen, und die langen Cerci sind als rheophile Anpassungen aufzufassen; das plattgedrückte Tier kann sich auf der Unterlage rasch fortbewegen, ohne die Bauchfläche abzuheben. Der flache Kopf wird ebenfalls angepreßt und verhindert eine Unterspülung. Kräftige Beinmuskeln und starke Klauen (zwei an jedem Fuß) ermöglichen eine feste Verankerung.

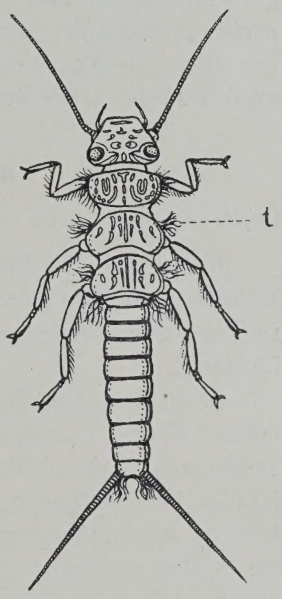


Fig. 69. Larve von *Perla*. (Nach Miall.)

Die Larve lebt wahrscheinlich etwa ein Jahr im Wasser. Sie macht mehrere Häutungen durch und ändert allmählich ihre Färbung; gleichzeitig vergrößern sich die vier am Hinterrand der zwei hintern Thoraxglieder gelegenen Flügelscheiden, und wenn der Zeitpunkt des Ausschlüpfens gekommen ist, so verlassen die Insekten während der Nacht oder am frühen Morgen das Wasser, kriechen an den Steinen oder an Bäumen des Ufers empor, krallen sich fest, und nun springt die Haut des Rückens der Länge nach auf: das geflügelte Insekt verläßt die Larvenhülle. Fehlen am Ufer rauhe Gegenstände, so speit die Nymphe während der Metamorphose ihren Vorderdarm aus, der an der Unterlage festklebt und so eine Fixierung der Haut und damit den für das Ausschlüpfen nötigen Widerstand bewirkt.

Die *Perla*-Larve lebt vorzugsweise von tierischer Kost. Ihre Opfer sind andere Insektenlarven, Würmer und Krebse. Dieser Nahrung entsprechen die sehr kräftigen Mundgliedmaßen, speziell die stark chitinisierten Mandibeln und die dolchförmigen Maxillen

Die Flugzeit ist zeitlich sehr beschränkt. Sie dauert am Oberrhein von Mitte Mai bis Anfang Juni, also ca. 3 Wochen.

Von *Perla cephalotes* nur wenig verschieden sind die andern großen *Perla*-Arten: *Perla marginata*, eine Gebirgsbachform, und die beiden Fluß- und Strombewohner *Perla maxima* und *Perla abdominalis*. Auch die kleineren Gattungen *Chloroperla*, *Perlodes* und *Isopteryx* schließen sich in Bau und Lebensweise ihren großen Verwandten eng an.

Von ihnen seien als besonders charakteristisch und häufig genannt die im Mai fliegende, lebhaft gelbgrün gefärbte *Chloroperla grammatica*, eine Bewohnerin der Flüsse, und *Perlodes* (= *Dictyopteryx*) *microcephala*, eine frühfliegende Form, die den großen *Perla*-Arten ähnlich sieht, sie aber an Größe nicht erreicht.

Nemura variegata Oliv.

(*νέμω* = teilen, *οὐρά* = Schwanz, variegatus = verschiedenartig)

Fundorte: Im fließenden Wasser gemein, selten im stehenden. Mehrere nahe Verwandte ausgesprochen rheophil. Die *Nemura*-Larven leben vorzugsweise in kleineren Wasseransammlungen, auch in Quellen.

Stellung: Das Tier hat als Vertreter der Filipalpia gleichmäßig starke Tasterglieder. Die Cerci sind beim entwickelten Insekt sehr kurz, beim Weibchen eingliederig zapfen- oder kegelförmig, beim Männchen haken- oder beilartig; sie sind in diesem Fall zu Kopulationsorganen umgebildet. An den Fußgliedern fällt die Kürze des mittleren auf, während das erste und dritte fast gleich lang sind. Dies und eine x-förmige Figur, von den Adern des Flügels gebildet, sind die Hauptkennzeichen der durch die einzige Gattung *Nemura* repräsentierten Familie der Nemuriden, welche eine ziemliche Anzahl (ca. 16) mitteleuropäische Arten umfaßt, von denen *Nemura variegata* die gemeinste ist. Die Artunterscheidung stützt sich meist auf den Bau des männlichen Hinterleibsendes, und oft sind die Weibchen kaum auseinanderzuhalten.

Nemura variegata ist eine kleine (Flügelspannung durchschnittlich 2 cm), unscheinbar braun gefärbte Steinfliege, welche verhältnismäßig gut fliegt.

Ihre Larve kann bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse noch kaum von der der übrigen Nemuren unterschieden werden.

Sie kennzeichnet sich vor andern Gattungen durch den Bau ihres Tarsus, der wie beim geflügelten Insekt durch das verkürzte Mittelglied auffällt. Die Maxillartaster bestehen aus fast gleich langen Gliedern (Filipalpia); die Kiemen fehlen.

Nemurenlarven gehören zu den häufigsten Bachbewohnern. Sie leben mit Vorliebe auf Steinen oder im Moos ruhiger Buchten

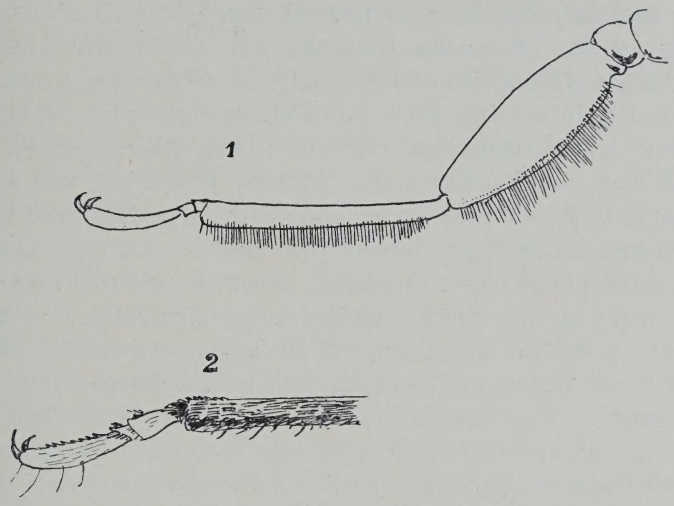


Fig. 70. Hinterfuß von: 1 *Perla*, 2 *Nemura*.

der Bäche und Flüsse, sind sehr kräftig gebaut und klettern gewandt. Abflachung und seitliche Ausbreitung der Beine sind weniger deutlich ausgeprägt als bei den großen *Perla*-Arten. Die Flugzeiten dauern meist ziemlich lange, einzelne, besonders die Gebirgsbachnemuren sind in ihrer Fortpflanzung an keine Jahreszeit gebunden.

Der Gattung *Nemura* steht *Leuctra* am nächsten, welche im geflügelten Stadium ebenfalls eingliederige Cerci besitzt. Wir erwähnen *Leuctra klapaleki* Kmpny, die im Hügelland längs den größeren Flüssen häufig vorkommt. Diese Form ist ganz schwarz gefärbt. Sie verdient als Winterperlide besonderes Interesse, ihre Flugzeit fällt auf den Spätherbst, September bis Dezember, vereinzelt tritt sie auch gegen Ende des Winters auf.

Zu den Filipalpia mit langen Schwanzfäden ist die schwarzbraune, schlanke *Taeniopteryx trifasciata* Pict. zu rechnen, die ein interessantes Gegenstück zu *Leuctra* bildet, indem sie die erste

Perlide des Jahres ist und schon im Februar fliegt, im April aber bereits wieder verschwindet.

Allgemein gilt für die Steinfliegen, daß der Eintritt der Flugzeit von der Witterung abhängig ist, ohne daß jedoch die Differenzen in den verschiedenen Jahren bedeutend wären. Während warme und trockene Witterung verfrühten Beginn des Fluges zur Folge hat, tritt umgekehrt in nassen kalten Jahren eine Verspätung ein. Auch die Dauer der Flugzeit, die im allgemeinen für jede Art charakteristisch ist und von der Lebensweise der Larve abhängig zu sein scheint, kann durch Witterungseinflüsse modifiziert werden. Andauerndes Regenwetter verlängert die Flugzeit. Vergleicht man das Benehmen der Winter-, Frühlings- und Herbstformen, so fallen die Beziehungen zwischen der Lebhaftigkeit und der Temperatur auf. Die Winterformen sind langsam, schwerfällig, kommen nie in großen Schwärmen vor, haben eine lange individuelle Lebensdauer, mehr als eine Woche, und auch eine lang dauernde Flugzeit. Umgekehrt sind die Steinfliegen des Hochsommers lebhafte Insekten, die gewandt laufen und verhältnismäßig gut fliegen. Sie treten meist schwarmweise auf, haben eine kurze Lebensdauer (meist nur wenige Stunden) und eine zeitlich sehr beschränkte Flugzeit.

Die Unterschiede verwischen sich bei den Frühlings- und Herbstperliden. Es ist möglich, diese auffallenden biologischen Differenzen mit den Fortpflanzungsbedingungen in Einklang zu bringen.

Da die Imagines keine andere Aufgabe als die der Begattung und Eiablage haben — ihre Ernährungsorgane sind reduziert und funktionsunfähig — ist es klar, daß schwerfällige, einzellebende Formen länger leben müssen als bewegliche, in Riesenschwärmen auftretende, die sofort nach dem Ausschlüpfen reichliche Gelegenheit zur Kopulation haben und sie auch dank ihrer Lebhaftigkeit ausnützen. Die lang andauernden Flugzeiten der Winterformen spiegeln sich auch im Larvenleben wieder, das viel weniger geregelt erscheint als das der Sommerarten. Da nämlich die Eier zu ganz verschiedenen Zeiten dem Strom anvertraut werden, trifft man meist nebeneinander verschiedenartige Individuen an, und das äußert sich später neuerdings in der Dauer der Flugzeit.

Trichoptera

Rhyacophila vulgaris Pict (ῥύαξ = Strom; φιλεῖν = lieben)

Fundorte: Imago an Bächen und Wasserfällen — August. In Gebirgsgegenden häufig.

Stellung: Als Vertreter der Trichoptera (θρίξ = Haar; πτερόν = Flügel) besitzt *Rhyacophila* vier behaarte Flügel. Die Imagines aller oder doch der meisten Haarflügler erinnern im Fluge wie auch in der Ruhestellung an Kleinschmetterlinge, da die Flügel infolge der Behaarung gefärbt erscheinen und da sie vom sitzenden Tier dachförmig, nach hinten eingeschlagen gehalten werden. Charakteristisch für die ganze Ordnung sind ferner die langen fadenförmigen Fühler, die reiche Längsaderung der Flügel, die zu der spärlichen Queraderung in eigentümlichem Gegensatz steht. Der Kopf trägt kleine, stark gewölbte Facettenaugen und oft drei Ocellen (stirnständige Punktaugen). An den Mundgliedmaßen ist die Umbildung des zweiten Maxillenpaares zu einem kurzen Schöpfrüssel oder Haustellung bemerkenswert. Die langen Beine tragen meist an den Tarsen und Schienen Dornen und bewegliche Sporne, deren Zahl und Lage systematisch wichtig ist. Auch die Hinterleibsanhänge — speziell des Männchens — und die Ausbildung des Maxillartasters spielen bei der Bestimmung eine Rolle.

Für die Zugehörigkeit von *Rhyacophila* zu den Rhyacophiliden spricht der fünfgliedrige Maxillartaster mit seinen beiden kurzen dicken Grundgliedern, dem viel längeren und dünneren dritten Gliede und dem einheitlichen, zugespitzten Endglied, das Auftreten von Ocellen und die Bespornung der Tibien (Vordertibie 3, Mitteltibie 4 Sporne bei den Rhyacophilinae, während den Glossomatinae, der zweiten Unterfamilie, ein Sporn der Vordertibie fehlt).

Die Unterfamilie der Rhyacophilinae umfaßt nur die Gattung *Rhyacophila*.

Die Bestimmung der *Rhyacophila*-Arten bietet große Schwierigkeiten, da der Unterschied der Weibchen meist sehr gering ist. Mit Sicherheit können nur Männchen bestimmt werden, deren Genitalanhänge treffliche Unterscheidungsmerkmale abgeben. Für unsere Art ist z. B. ein kreisförmiger Ausschnitt am Endglied der Genitalfüße charakteristisch.

Fig. 71. Larventypen der Trichoptera: 1 raupenförmige Larve von *Limnophilus*, 2 campodeide Larve von *Philopotamus*. (Nach Ulmer.)

Larve: Die Trichopterenlarven kennzeichnen sich durch einen wohl entwickelten Kopf, durch mindestens einen gut chitinisierten Brustring und durch ein häutiges

Abdomen mit einem Paar Nachschieber. Der stark chitinisierte Kopf trägt kleine Fühler und beißende Mundgliedmaßen. Von den sechsgliedrigen Beinen ist das erste Paar das kräftigste. Systematisch wichtig sind besonders die „Sporne“ des Schenkels und der Schiene. Am Hinterleib treten fast immer äußere Kiemen auf, die in Form von kurzen Bändern oder Fäden einzeln stehen, oder zu Büscheln vereinigt sind, sowie gegliederte beinartige Anhänge des letzten Segmentes, sog. Nachschieber.

Die *Rhyacophila*-Larve gehört zum campodeiden (Campodea-artigen) Typus im Gegensatz zu den raupenförmigen (eruciformen, eruca = Raupe) Larven. Die Hauptunterscheidungsmerkmale mögen hier in einer Übersicht angegeben werden.

	raupenförmige Larve:	campodeide Larve:
Körper:	zylindrisch	meist kompreß
Seitenlinie:	vorhanden	fehlend
Höcker am ersten Abdominalsegment:	„	„
Kopfachse:	senkrecht oder stumpfwinklig z. Körperachse	in der Verlängerung der Körperachse
Gehäuse:	transportabel	selten transportabel, bisweilen fehlend

In der Mitte zwischen den beiden Typen stehen die sog. subraupenförmigen Larven, deren Kopf mit dem Körper einen stumpfen Winkel bildet und deren Leib ein wenig zusammengedrückt ist.

Die campodeide Larve der Rhyacophiliden kennzeichnet sich durch folgende Merkmale:

Der Thoraxrücken ist nur im Bereich des ersten Segmentes chitinisiert. Die Kiemen sind meist vorhanden und zwar bei den Rhyacophilinae büschelförmig verästelt. Die Nachschieber tragen starke Klauen und sind überhaupt sehr kräftig entwickelt.

Kennzeichen der *Rhyacophila*-Larve sind die freien, mit langer schlanker Klaue versehenen Nachschieber, die langen Klauen der Beine und das fast regelmäßige Vorhandensein der Kiemen. Die Tiere leben frei im Wasser und zwar mit Vorliebe an der Unterfläche hohl aufliegender Steine. Sie halten sich mit ihren Beinen und Nachschiebern sehr fest. Auffällig ist die grüne, oft auch

etwas rötliche Färbung der weichen Körperpartien. An der Kopf- und Prothoraxzeichnung größerer Arten fallen eigentümliche Gruppen von Punkten auf.

Anpassungen: Rheophil im strengsten Sinne des Wortes, sind die *Rhyacophila*-Larven durch kräftige Retentionskrallen ausgezeichnet, die im Verein mit dem stark entwickelten Spinnvermögen als Mittel, der verschwemmenden Kraft der Strömung zu trotzen, gelten müssen. Oft findet man die Larven in losen Gespinnsten zwischen Steinen. Auch gröbere Sandkörner werden mit eingesponnen. Da die Rhyacophiliden auf räuberische Ernährung angewiesen sind und nicht wie viele andere Larven pflanzliche Stoffe aufnehmen können, müssen sie frei leben. Ein Gehäuse wäre zu unbequem. Auch die Stellung des Kopfes, der wie bei allen campodeiden Larven mit seiner Achse eine Verlängerung der Körperachse bedeutet, ist für Beutefang günstig; während den Pflanzenfressern mit einem rechtwinklig abgebogenen Kopf besser gedient ist.

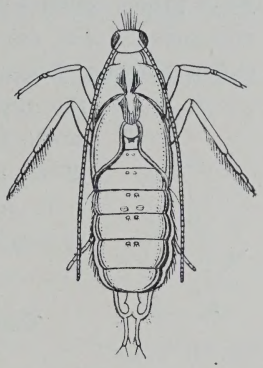


Fig. 72. Puppe von *Limnophilus*. (Nach Ulmer.)

Puppe: Die Puppen der Rhyacophiliden sind wie die aller übrigen Trichoptera „frei", d. h. die Fühler und Beine stehen vom Körper ab (s. Fig. 72). Während aber die Larve, so lange sie wächst, kein dauerndes Gehäuse baut, fängt sie kurz vor der Verpuppung an, aus Gespinnstfäden und aus gröberen Steinchen ein schildförmiges Gehäuse herzustellen (Gehäusekammer), das direkt (ohne besonderen Boden) einem größeren Stein angeheftet wird. Nachdem sich die Larve eingeschlossen hat, spinnt sie sich aus feinen Fäden einen Kokon. Dieses Gebilde wird bei den Rhyacophiliden der Kammer nicht angeklebt, sondern liegt frei in der Kammer resp. ist nur mit dem Hinterende befestigt. Daher ist die Rhyacophilidenpuppe, deren Gehäuse man vom Substrat loslöst, sofort an dem langeiförmigen membranartigen braungefärbten Kokon kenntlich (s. Fig. 73), das so undurchsichtig ist, daß es von der Puppe selbst kaum etwas erkennen läßt. Öffnet man diese Hülle, so ist die darin liegende Puppe außerdem durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

Fig. 73. *Rhyacophila*. Gehäusekammer u. Kokon.

Die Zahl der Sporen an den Tibien beträgt
am Vorderbein 3
Mittelbein 4
Hinterbein 4

Die Kiemen fehlen der Puppe. Ihre kräftigen Mandibeln tragen 2—3 große, scharfe Zähne (Fig. 74). Ein Analstäbchen ist nicht vorhanden. Da die Rhyacophiliden in sauerstoffreichen, kühlen Gebirgsbächen leben, sind Kiemen und besondere Vorrichtungen für die Wasserzirkulation in der Gehäusekammer, sowie Öffnungen im Kokon überflüssig. Im Mangel dieser Einrichtungen könnte man aber auch andererseits den Grund für das Fehlen der Rhyacophiliden in stehenden oder schwach bewegten Gewässern sehen.

Fig. 74. Linke Mandibel der *Rhyacophila*-Puppe.

Glossosoma boltoni Curt. (γλῶσσα = Zunge, σῶμα = Körper)

Fundorte: An Gebirgsbächen; ziemlich verbreitet. Larven und Puppen an großen Steinen in raschfließenden Gewässern.

Stellung: Wie *Rhyacophila* zu der Trichopterenfamile der Rhyacophiliden gehörend, ist *Glossosoma* ein Vertreter der Unterfamilie der Glossosomatinae, die sich hauptsächlich durch die Bespornung der Tibien auszeichnet. Während nämlich die *Rhyacophila*-Larve selbst an der Vordertibie 3 Sporen aufweist, besitzt *Glossosoma* deren nur 2.

Fig. 75. *Glossosoma*, Larvengehäuse von unten und von der Seite.

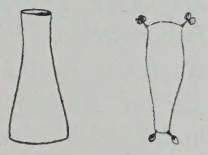
Die Larve hat kürzere, teilweise mit dem letzten Hinterleibssegment verwachsene Nachschieber mit kurzer, gedrungener Klaue, und auch die Beinkrallen sind kurz. Die Kiemen fehlen im Gegensatz zu den größeren *Rhyacophila*-Larven. Das aus ziemlich groben Steinchen gebaute, elliptische Gehäuse wird von der Larve herumgetragen (Größe ca. 10—12 auf 7 mm). Für die Gattung Glossosoma ist die häutige Beschaffenheit der beiden hintern Thoraxsegmente charakteristisch, während die zweite Gattung der Unterfamilie, Agapetus, auf dem mittleren und auf dem hinteren Thoraxsegment je ein Chitinschild trägt.

Die Puppen, wie die Imagines an den 2 Sporen der Vordertibie kenntlich, leben ähnlich denen von *Rhyacophila* in befestigten Gehäusen und liegen in einem gelbbraunen, ziemlich durchsichtigen Kokon.

Oxyethira frici Klap (ὀξύς = scharf, starr; ἴθειρα = Mähne)

Fundorte: An raschfließenden Gewässern. Larve und Puppe an Steinen der Gebirgsbäche.

Stellung: Wie Rhyacophila und Glossosoma zu den Trichoptera gehörend, ist *Oxyethira* ein Vertreter einer weiteren Familie, der Hydroptilidae (*Hydroptila*-artigen), welche kleine bis winzige, mottenartige, meist stark behaarte Formen umfaßt. Die langen, schmalen Flügel tragen aufgerichtete, am Ende verdickte Haare und sehr lange Randwimpern. Auffällig ist auch der relativ kurze Fühler, der den Vorderflügel an Länge nie erreicht. *Oxyethira* selbst ist durch besonders schmale, scharf zugespitzte Flügel gekennzeichnet. Ihre Spornzahl beträgt 0, 3, 4.



a *b*

Fig. 76. *Oxyethira frici*. *a* Larvengehäuse, *b* Puppengehäuse. (Nach Ulmer.)

Die Hydroptilidenlarve ist campodeid und besitzt an allen drei Thoraxringen hornige Schilder, sie trägt ihr Gehäuse mit sich herum und zeigt im Gegensatz zu den freien Larven der *Rhyacophila*-Arten kurze, teilweise mit dem letzten Körpersegment verwachsene Nachschieber. Kiemen und Haare fehlen am Abdomen völlig. Die *Oxyethira*-Larve lebt in flaschenförmigem Gehäuse, das zur Zeit der Verpuppung mit Hilfe von gestielten Haftscheibchen an den Steinen befestigt wird. Bei unserer Art treten am Puppengehäuse 6 derartige Haftorgane auf: 2 Paare am Vorderende und ein Paar hinten.

Anpassungen: Spezielle rheophile Anpassungen gegenüber den *Oxyethira*-Larven des stehenden Wassers sind nicht bekannt. Man könnte etwa darauf hinweisen, daß *O. frici*, die ausgesprochen rheophile Art, die kleinste ist. Die Befestigung des Puppengehäuses mit 6 statt nur mit 4 Saugnäpfen deutet vielleicht auch auf Anpassung an das strömende Wasser.

Philopotamus ludificatus Mc Lach (φιλεῖν = lieben, ποταμός = Fluß; ludificari = necken, foppen)

Fundorte: An Steinen der Gebirgsbäche und stark strömenden Flüsse.

Stellung: Trichoptere aus der Familie der Philopotamidae und daher durch lange Fühler, fünfgliedrigen Maxillartaster mit gegliedertem, biegsamem, die übrigen an Länge übertreffendem Endglied und durch gut entwickelte Ocellen ausgezeichnet. Die 4 Gattungen der Familie werden hauptsächlich auf Grund von Einzelheiten des Flügelbaus auseinander gehalten, sie gleichen sich in der Lebensweise.

Die *Philopotamus*-Larve ist campodeid, besitzt nur am ersten Thoraxsegment ein Rückenschildchen und entbehrt der Kiemen. Die sehr kräftigen, beinartigen Nachschieber deuten auf freie Lebensweise. Eine Besonderheit ist die weiche, weiße, unter den Kopfrand zurückziehbare Oberlippe. Die Larve lebt ähnlich wie die von *Rhyacophila* frei in Gebirgsbächen. Meist spinnt sie sich umfangreiche Netze aus feinen Sekretfäden, die teilweise als Fangnetze dienen können.

Die Puppe weist die Spornzahl 2, 4, 4 auf. Auch ihr fehlen die Kiemen. Charakteristisch sind ihre kräftigen, mit drei großen Zähnen ausgestatteten Mandibeln, die im basalen Teil knieförmig gebogen sind (vergl. Fig. 27). Die Puppengehäuse (Kammern) gleichen denen von *Rhyacophila*, sind meist aus kleinen Steinchen gebaut und — im Gegensatz zu *Rhyacophila* — mit einem hellgrauen Kokon austapeziert, der allseitig mit dem Gehäuse verbunden ist.

Fig. 77. Mandibel der *Philopotamus*-Puppe. (Nach Ulmer.)

Anpassungen: Für *Philopotamus* gilt das im Abschnitt über *Rhyacophila* Gesagte. —

In der Lebensweise schließen sich den Philopotamiden eng an die Polycentropiden, deren Imagines keine Ocellen besitzen, während sich die Larven hauptsächlich durch eine normale, wohlchitinisierte Oberlippe und durch zwei lange schwarze Endsporne an den Tibien auszeichnen. Die Puppen leben in lose gebauten Gehäusekammern, zu deren Bau Steinchen, Sandkörner oder auch Vegetabilien verwendet werden: *Polycentropus*, *Plectronemia*. Ferner schließen sich hier die Psychomyiden an, deren Larven in langen gewundenen, aus Sandkörnchen lose gebauten Gängen auf Steinen der Gebirgsbäche frei leben.

Hydropsyche lepida Pict. (ὕδωρ = Wasser, ψυχή = Hauch, Seele, λεπίς = Schuppe oder lepidus = niedlich)

Fundorte: An raschfließenden Bächen, Larven in losen, röhrenförmigen Gespinnstmassen, Puppen in Gehäusekammern aus relativ großen Steinchen; in Bächen.

Stellung: Vertreter der Hydropsychiden und daher ohne Ocellen, mit nur 2 Spornen an der Vordertibie, im übrigen aber den Philopotamiden ähnlich.

Larve von der der Rhyacophiliden leicht an den drei chitinisierten Schildern auf dem Thorax zu unterscheiden, vor den übrigen Familien mit campodeiden Larven durch das Vorhandensein von büscheligen Kiemen zu beiden Seiten des Abdomens ausgezeichnet. Sie besitzt ein mit kleinen schwarzen Härchen besetztes Abdomen und wie die andern freien Larven sehr kräftige, beinartige Nachschieber, deren Basalglied am distalen Ende mit großem schwarzem Borstenbüschel besetzt ist. Das sehr kurze, rechtwinklig abgebogene Endglied trägt die große, stark gekrümmte Klaue (Fig. 78). Die Wohngespinnste sind meist röhrenförmig und enthalten eingesponnene modernde Pflanzenteilchen.

Fig. 78. Nachschieber der *Hydropsyche*-Larve.

Fig. 79. Analanhänge der *Hydropsyche*-Puppe. (Nach Ulmer.)

Für die Puppe ist die Spornzahl 2, 4, 4 charakteristisch, sie unterscheidet sich von der *Philopotamus*-Puppe durch das Vorhandensein der Kiemen und durch lange stark chitinisierte Analanhänge (s. Fig. 79). Gehäuse und Kokon entsprechen denen der Philopotamiden, doch ist der letztere mit Löchern zum Durchtritt des Wassers versehen.

Anpassungen: Auch hier gilt im ganzen das bei *Rhyacophila* (s. S. 111) Gesagte.

Die *Hydropsyche*-Larven bauen sich bisweilen aus Lemnapflänzchen oder auch aus anderm Material feine Netzgehäuse, die als kleine Kästchen mit einem aus gekreuzten Fäden gebauten Gespinnstfenster erscheinen, und an deren Grund sich ein sackartiger Gang — der Wohnraum der Larve — befindet.

Odontocerum albicorne Scop. (ὀδούς, — οντος = Zahn, κέρας = Horn, albicornis = weißgehörnt)

Fundorte: In Gebirgsbächen und Quellrinnsalen.

Stellung: Die Spezies ist der einzige Vertreter der einzigen Gattung der Familie der Odontoceridae, deren Imagines einen 5gliederigen Maxillartaster mit kurzem ungegliedertem Endabschnitt besitzen. Das Fehlen der Ocellen und gewisse Merkmale der Flügeläderung, die hier nicht berücksichtigt werden sollen, besonders aber die sehr langen, innen gesägten, den Vorderflügel weit überragenden Fühler sind für die Familie charakteristisch.

Fig. 80. *Odontocerum albicorne.* Glieder des „gezähnten" Fühlers.

Die Larve unterscheidet sich von den bisher besprochenen sehr wesentlich durch ihre raupenförmige Gestalt (vergl. die Gegenüberstellung auf S. 110). Gegenüber den andern raupenförmigen Larven zeichnet sich die der Odontoceriden durch kleine einfache „Nachschieber", durch das Fehlen eines sonst oft vorhandenen kurzen stilettartigen Hornes aus. Am ersten Segment des Hinterleibes finden sich 3 Höcker. Die Hinterbeine übertreffen die mittleren bei weitem an Länge. Alle Schienen tragen 2 Endsporne.

Das Gehäuse besteht aus feinen gleichmäßigen Sandkörnern und stellt eine sehr glatte, einem Elefantenzahn vergleichbare gekrümmte Röhre dar, die am Hinterende nur wenig schmäler ist als vorn. Sie zeigt beim ausgewachsenen Tier eine Länge von 20 mm, während die Breite ca. 4 mm beträgt.

In der Krümmung der Röhre haben wir wahrscheinlich ein Mittel zur Vermeidung des Weggerolltwerdens zu sehen, dem ja dieses ausgesprochen rheophile Tier in Anbetracht seines glatten Gehäuses stark ausgesetzt wäre.

Bei einigen andern Köcherfliegenlarven des fließenden Wassers finden sich ähnliche Gehäuse mit anderen Vorrichtungen, denen im wesentlichen die gleiche Aufgabe zukommt (s. Fig. 86).

Goërinae: Silo, Goëra u. a.

Gattungen, die ihr röhrenförmiges, aus Sandkörnchen erbautes Gehäuse dadurch schildförmig gestalten, daß sie zu beiden Seiten größere Steinchen anheften. Diese sog. Beschwerungssteinchen werden mit großer Sorgfalt so angebracht, daß die der Unterlage

zugekehrte Seite des Gehäuses eben ist, etwaige Zwischenräume werden mit Hilfe von feinem Material ausgefüllt.

Bei der nahe verwandten Gattung *Lithax* erscheint das Gehäuse durch angeheftete gröbere Sandkörnchen nur schwach verbreitert. Systematisch gehören die Goërinae in die Familie der Sericostomatidae, deren Larven sämtlich durch sehr lange Hinterbeine — doppelt so lang als die Vorderbeine — ausgezeichnet sind.

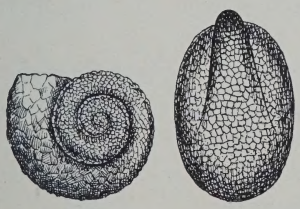
Während die Goërinalarven ihren Kopf in das vorn stark ausgeschnittene und mit vorgezogenen Vorderecken ausgestattete erste Thoraxsegment zurückziehen können, ist dies den Seristomatinae nicht möglich, deren Gehäuse meist ähnlich gebaut ist wie das von *Odontocerum*.

1 2

Fig. 81. Gehäuse von 1 *Goëra*, 2 *Silo*. (Nach Ulmer.)

Eine dritte Unterfamilie, die den Namen Brachycentrinae führt, zeigt ebenfalls konische, gebogene Larvengehäuse, daneben enthält sie aber auch eine Anzahl Arten, speziell der Gattung *Brachycentrus* angehörend, deren Gehäuse ein vierseitiges, aus Sekreten und einzelnen Pflanzenteilchen bestehendes Prisma darstellen. *Brachycentrus subnubilus* Curt. aus pflanzenreichen Flüssen der Ebene, *Brachycentrus montanus* Klap. aus Gebirgsbächen.

In Südeuropa und an ganz vereinzelten Stellen Mitteleuropas findet sich die hochinteressante Sericostomatide Helicopsyche, die als Larve aus feinsten Sandkörnchen in kunstreicher Weise ein linksgewundenes Schneckenhaus verfertigt. Sie lebt in Quellrinnsalen, bisweilen fast hygropetrisch (s. Fig. 82, 1).



1 2

Fig. 82. 1 *Helicopsyche* (nach Felber), 2 *Thremma* (nach Klapálek).

Ihr steht systematisch die folgende ziemlich nahe:

Thremma gallicum Mc Lach. (*θρέμμα* zu *τρέφω* = Tier, Brut; gallicus = gallisch)

Fundorte: Gebirgsbäche, an Steinen.

Stellung: Eine Sericostomatide, die in die Unterfamilie der Brachycentrinae gehört und daher kleine Nachschieberklauen, rudimentäre Fühler, ein höckerloses erstes Abdominalsegment hat. Für die *Thremma*-Larve selbst ist schwarze Farbe

aller Chitinteile charakteristisch; das Mesonotum trägt 3 Paar große und 1 Paar kleine Chitinschilder, zwischen denen sich deutliche häutige Stellen finden. Das sehr auffallende Gehäuse ist mützenförmig und erinnert an einen *Ancylus* (Fig. 82, 2). Es ist somit als ein flacher Schild vortrefflich imstande, der Strömung Trotz zu bieten. Die kleine, ziemlich plumpe Larve selbst scheint nur geringe Beweglichkeit zu besitzen, sie nährt sich wohl hauptsächlich von Material, das ihr die Strömung zuführt.

Stenophylax latipennis Curt (στενός = eng, klein, φύλαξ = Schildwache; latus = breit, penna = Feder, Flügel)

Fundorte: In klaren Bächen des Gebirges und der Ebene, an Steinen, bisweilen auch an überflutetem Moos.

Stellung: Ein Vertreter der sehr formenreichen Familie der Limnophilidae, deren raupenförmige Larven mit hornigem Vorder- und Mittelrücken ausgestattet sind. Der Hinterrücken ist nur teilweise verhornt und trägt 3 Paar Chitinschildchen, deren Form und Lage ziemlich konstant ist und als Kennzeichen der Gruppe gelten kann (s. Fig. 83).

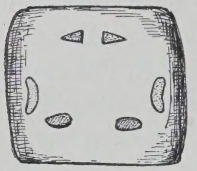


Fig. 83. Anordnung der Schildchen auf dem Metathorax der Limnophiliden.

Ein vorderes Paar ist der Mittellinie genähert, zeigt dreieckige Form und steht so, daß die Basis medianwärts, die Spitzen lateralwärts gerichtet sind. Das zweite Paar, weiter hinten gelegen, zeigt einen größeren gegenseitigen Abstand und das dritte Paar liegt etwa zwischen den beiden andern in der Mitte, ist jedoch stark lateralwärts verschoben. Die Schildchen des dritten Paares sind halbmondförmig, ihre konvexe Seite ist nach oben — nach der Medianlinie — gekehrt. Am Prosternum befindet sich ein Horn. Charakteristisch sind ferner die Beine, von denen das erste Paar kurz und kräftig ist. Das zweite ist besonders dick und übertrifft das dritte an Länge. Alle Beine tragen 2 Tibiensporen.

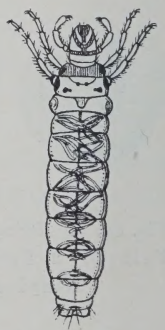


Fig. 84. Larve von *Limnophilus flavicornis*. (Nach Miall u. Ulmer.)

Die *Stenophylax*-Larve zeigt überall nur einzeln stehende Kiemenfäden am Hinterleib, sie unterscheidet sich mit einigen andern Limnophiliden zusammen wesentlich von den Limnophiliden

der stehenden oder langsam fließenden Gewässer, deren Kiemen in kleinen Büscheln beisammen stehen (2—3 oder mehr Fäden). Ihre hornigen Teile (Kopf, Vorder- und Mittelrücken) sind auffällig klein, dunkel punktiert. Die Larve baut in der Jugend aus pflanzlichen Stoffen, Rinden- und Blattstückchen, später aus Steinchen ein zylindrisches Gehäuse, dessen ventrale Seite etwas flacher ist als die dorsale. Der ältere, pflanzliche Anteil des Gehäuses ist nicht immer deutlich, kann aber bei erwachsenen Tieren noch einen ansehnlichen Teil des Gehäuses ausmachen (s. Fig. 85).

Fig. 85. Gehäuse von *Stenophylax*.

Fig. 86. Köcher der *Drusus*-Larve.

Anpassungen: Die spärlichen Kiemen entsprechen dem Sauerstoffreichtum der raschbewegten Wohngewässer. Der Unterschied zwischen einer flachen Bauch- und einer starkgewölbten Rückenseite verhindert das Umgerolltwerden. Dazu kommt der dorsale Kopfschutz in Form eines dachartig vorragenden Steinchens. Ähnlich wie Stenophylax latipennis bauen zahlreiche nahe verwandte Limnophiliden, die der hier beschriebenen auch in der Lebensweise gleichen.

Besondere Erwähnung verdient auch die Drususlarve, die ihrem aus feinen Sandkörnchen und Sekret gebauten konischen, leicht gekrümmten Gehäuse lange Pflanzenfasern als Bremsapparate einfügt, z. B. *Drusus trifidus* M. Lach (s. Fig. 86).

In Quellen der Urgebirgsformation trifft man die aus flachen Glimmerstückchen bauende Larve von *Potamorites biguttatus* Pict.

Zweiflügler:

Simulium reptans (L) (Melusina [Meig]) (simulo = nachahmen, betrügen?; reptare = kriechen)

Fundorte: Die sehr lästige Kriebelmücke lebt in großen Mengen an verschiedenartigen fließenden Gewässern, besonders häufig an Bächen mit starker Strömung. Schwarmbildend tritt besonders die berüchtigte Kolumbaczermücke auf, welche Serbien und Ungarn bewohnt.

Stellung: Die Kriebelmücke gehört zur Insektenordnung der Diptera (δίς = zweifach, πτερόν = Flügel), wie uns die zu kleinen Schwingkolben umgebildeten Hinterflügel und die stechenden und saugenden Mundgliedmaßen beweisen. Als Nematocere oder Mücke (νῆμα = Faden; κέρας = Horn) ist *Simulium* durch schlanke Gestalt, dünne Beine und lange Fühler ausgezeichnet. Die Larve ist wie die aller Zweiflügler fußlos, d. h. sie besitzt keine ge-

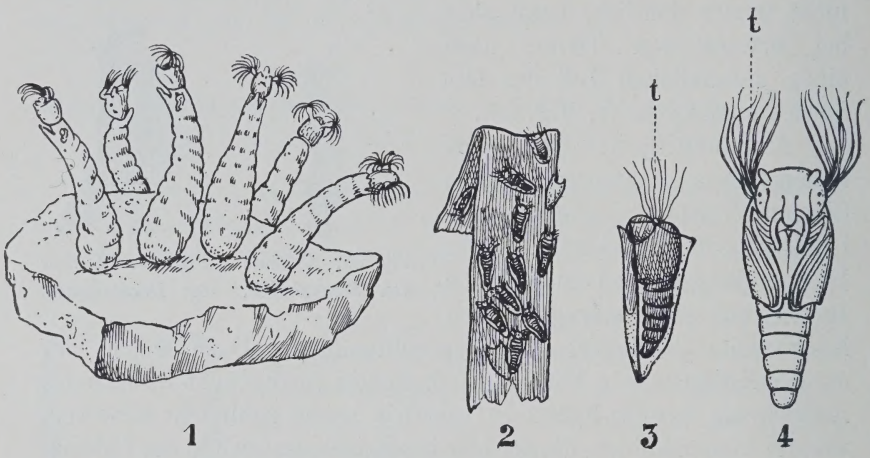


Fig. 87. *Simulium*. 1 Larven, mit dem hintern Hakenkranz an einem Stein verankert, mit entfalteten Strudelapparaten; 2 Puppen und Puppengehäuse an einem Blatt; 3 Puppe im Gehäuse von der Seite gesehen; 4 Puppe, aus dem Gehäuse entfernt, von der Bauchseite; *t* Tracheenkiemen. (Nach Miall und Ulmer.)

gliederten Füße. Die Puppe ist wie bei den Schmetterlingen und Käfern eine freie Mumienpuppe, die nicht von der letzten Larvenhülle umschlossen bleibt. Die Nematocerenabteilung der Eucephala (εὖ wohl; κεφαλή Kopf), zu der unser Insekt gehört, unterscheidet sich von allen übrigen Diptera durch den wohl entwickelten Kopf der Larve.

Anpassungen: Die *Simulium*-Larve ist für das Leben im bewegten Medium trefflich geeignet. Man findet sie meist scharenweise auf Steinen, Wasserpflanzen oder Holzstückchen oft in stärkster Strömung. Der walzenförmige Körper des etwa 1 cm großen Tieres (erwachsen!) steht nur am etwas verdickten Hinterende mit der Unterlage in Verbindung und flottiert daher im Wasser (s. Fig. 87, 1). Erst wenn man die Tiere samt Unterlage aus dem Wasser heraus hebt, krümmen sie sich U-förmig zusammen und befestigen auch das Vorderende.

Der Kopf ist im Vergleich zum weichhäutigen Leib sehr stark chitinisiert und daher meist dunkel gefärbt. Er trägt, wie Fig. 88 zeigt, einen mächtigen Strudelapparat in Form zweier beweglicher, mit langen s-förmig gebogenen, in eine Reihe gestellten Borsten besetzter Glieder zu beiden Seiten des Kopfes. Durch sehr rasche Bewegungen erzeugt das Tier einen Wasserstrudel, der ihm die aus kleinsten Schwebeteilchen, Organismen und Detritus, bestehende Nahrung zuführt. Zur Reinigung der Strudelborsten dient der kammartige Oberkiefer. Der gedrungene Rumpf erweist sich als nur undeutlich gegliedert[1]). Die größte Dicke zeigt der Leib im hintersten Drittel (5.—7. Abdominalsegment). Am abgerundeten Hinterrande läßt sich ein Kranz kleiner schwarzer Häkchen beobachten, Ein ähnliches Gebilde sieht man dicht hinter dem Kopf am Prothorax auf einem kegelartigen, bauchwärts gerichteten Fortsatz (Stummelfuß). Außer dießen Hakenapparaten ist auch das ausgiebige Spinnvermögen in den Dienst der Fortbewegung gestellt. Die Spinnbänder treten auf der Unterseite des Kopfes aus (in der Gegend der Unterlippe). Sie sind völlig durchsichtig und äußerst zäh. Will sich die *Simulium*-Larve vorwärts bewegen, so spinnt sie ein paar gekreuzte Fäden, greift mit dem vordern Hakenkranz hinein, läßt hinten los und krümmt den Körper sehr energisch U-förmig zusammen. Dabei bringt sie den hintern Hakenkranz in unmittelbare Nachbarschaft des vordern, hakt ein und läßt das Kopfende frei. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrfach, so daß die Tiere größere Strecken zurücklegen können.

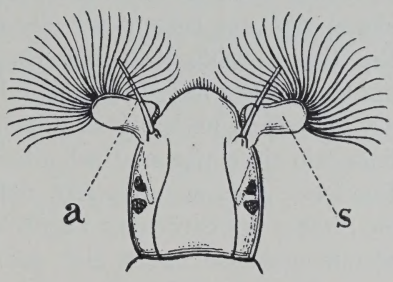


Fig. 88. Kopf der *Simulium*-Larve. *a* Antenne, *s* Strudelapparat. (Nach Miall.)

Ist ein passender Aufenthaltsort gefunden. so verankern sich die Larven mit dem Hinterende fest an der Unterlage und lassen den Körper flottieren; gleichzeitig entfalten sie die während des Kriechens eingeschlagenen Strudelorgane und „fischen“. Manchmal findet man sie auch an unsichtbarem Faden frei im Wasser hängend. Wie die Spinnen vermögen sie durch Verlängerung des Spinn-

[1]) Drei Thoraxglieder und ein neungliedriger Hinterleib, am letzteren 7, am Thorax 2 Stigmenpaare.

bandes neue Gebiete besiedeln. Wie zäh und zugfest die Gespinnste sind, geht daraus hervor, daß die Larven an ihren Fäden bisweilen in der stärksten Strömung flottieren.

Ist die Zeit der Verpuppung da, so spinnen die Larven ein eigentümliches, tütenförmiges, gelblich bis bräunlich gefärbtes Gehäuse, das am besten mit einem Schlappantoffel verglichen wird. Die flache Sohle liegt der Unterlage (Stein, Baumstamm, Blatt und dergl.) fest an; die gewölbte Rückenseite steigt von der „Spitze" des Pantoffels nach hinten allmählich an und fällt nach rechts und links wie ein einfaches Dach allmählich ab. Die Gehäuse werden im Gewässer stets so orientiert, daß das verschmälerte niedrige Ende, die Spitze, der Strömung zugekehrt ist. Aus der Orientierung der Simuliengehäuse lassen sich also umgekehrt die Strömungsverhältnisse der Unterlage rekonstruieren. In dem Gehäuse steckt die Puppe so, daß sie das Vorderende frei aus dem offenen Ende des Gehäuses herausstreckt. Zu beiden Seiten des Kopfes findet man lange Fadenbüschel, Tracheenkiemen, die im Wasser flottieren (s. Fig. 87, 2, 3, 4). Alle diese Einrichtungen lassen die Simulienpuppe als einen trefflich angepaßten rheophilen Organismus erscheinen:

Plätteisen und Prellsteine an Brücken zeigen uns, daß die Pantoffelform vorzüglich geeignet ist, wo es gilt, andrängende Massen beiseite zu schieben. Sie bedeutet einen im Halbkreis wirkenden Keil. Das Wasser kann daher nicht wegspülend wirken. Trotzdem wird am freien Gehäuseende ein kleiner Wasserstrudel erzeugt und zwar gerade an der Stelle, wo die Tracheenkiemenbüschel hervorragen. Diese werden daher ständig von sauerstoffreichem Wasser umspült. *Simulium* ist als Larve und als Puppe sehr sauerstoffbedürftig. Die dünnhäutige Larve kann durch die Haut atmen, da sie allseitig vom Wasser bespült wird, die dickhäutige Puppe müßte in ihrer Tüte ersticken, wenn sie nicht besondere Atmungsorgane hätte. Die Puppenruhe dauert etwa 14 Tage. Kurz vor ihrem Abschluß bildet sich zwischen der Puppenhaut und dem Insekt ein Luftmantel, dann springt die Haut auf, und das Insekt wird in seinem Luftmantel durch den Auftrieb an die Wasseroberfläche gebracht, ohne naß zu werden. Es kann sich nun sofort in die Luft erheben, und pflegt dabei anemotaktisch flußaufwärts zu fliegen. Dadurch gewinnen die Tiere die durch Verschwemmung verlorenen Bach- oder Flußabschnitte gewissermaßen zurück.

Liponeura brevirostris Lw.

(*λείπω* = schwinden, *νεῦρον* = Nerv, brevirostris = kurzgeschnäbelt)

Fundorte: In starkfließenden Bächen, vorwiegend unter Steinen, in und unter Wasserstürzen trifft man die Larven und Puppen, über den Bächen tanzend die entwickelten Insekten.

Stellung: Wie *Simulium* zu den Diptera und zwar zu den Nematocera und Eucephala zu zählen, ist *Liponeura* durch die büschelhaarigen Fühler der erwachsenen Mücke als Blepharoceride (*βλεφαρίς* Wimper, *κέρας* Horn, Fühler) gekennzeichnet.

Anpassungen: Die etwa 8—10 mm langen asselartigen Larven gehören zu den bestangepaßten rheophilen Geschöpfen. Sie sind durch ihre abgeflachte Gestalt und besonders durch die 6 großen bauchständigen Saugnäpfe für das Leben im stark bewegten Wasser vorzüglich eingerichtet. Auf den ersten Blick scheint der Körper der „Assel" sechsgliedrig zu sein; allein der hinterste Abschnitt besteht aus 3 Segmenten und der scheinbare Kopf, das kugelige erste Segment umfaßt den Kopf samt 3 Thorax- und 1 Hinterleibssegment. Die Sonderung in 6 Abschnitte ist darauf zurückzuführen, daß 6 Saugnäpfe vorhanden sind, die mit ihren Muskeln und Nebenapparaten die Bildung von funktionellen Einheiten, wie es die Scheinsegmente der *Liponeura*-Larve sind, erfordern. Am Kopf findet man ein Paar große Fühler und beißende Mundgliedmaßen mit dreizähnigen Mandibeln. Die Nahrung der *Liponeura*-Larve besteht aus Algen, welche die überspülten Steine überziehen (spez. Diatomeen). Da die Mundgliedmaßen vorn am Kopfrand liegen, können sie ihre Aufgabe, das Wegkratzen der Steinüberzüge, besorgen, ohne daß der Kopf abgehoben zu werden braucht. Daher sind die Larven auch während des Fressens nicht gezwungen, die Saugnäpfe außer Funktion zu setzen und sich der Gefahr der Unterspülung preiszugeben. Die

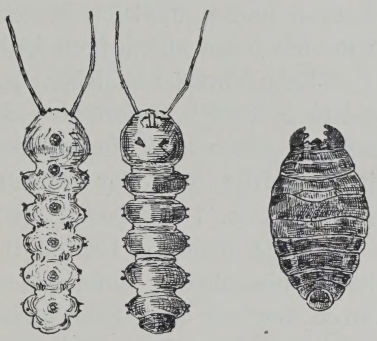


Fig. 89. *Liponeura brevirostris* Lw. 1: Larve von unten gesehen, zeigt die 6 Saugnäpfe, Klauenfortsätze und an den „Segment"grenzen die Tracheenkiemenbüschel; 2: Larve von oben gesehen; 3: Puppe, flach schildförmig mit den blattartigen Tracheenkiemen am Vorderende.

kräftige Wirkung der Haftorgane geht daraus hervor, daß man die Larven, nachdem sie sich irgendwo festgesetzt haben, mit dem vollen Strahl einer Wasserleitung nicht losreißen kann.

Selbst während der Fortbewegung bleiben die Tiere sehr innig mit der Unterlage verbunden. Während nämlich ein Saugnapf abgehoben und durch Kontraktion des vorangehenden und Streckung des nachfolgenden „Zwischensegments" nach vorn gesetzt wird, bleiben die übrigen 5 in Tätigkeit, und erst wenn der abgehobene wieder angepreßt worden ist, löst sich der nächsthintere los. Die Bewegung erinnert daher an das Gehen der Schmetterlingsraupen, das ja auch durch von vorn nach hinten fortschreitendes Vorsetzen der Körpersegmente gekennzeichnet ist. Allein die *Liponeura*-Larven haften ungleich besser an der Unterlage als die Raupen, wie sich jeder überzeugen kann, der sie abzulösen versucht.

Beim Vorwärtsschieben des Saugnapfes treten jeweils 2 stark chitinisierte Klauenfortsätze am äußeren Rand der Segmente in Aktion, denen noch ein tasterartiger, beborsteter Anhang beigesellt ist. Am Hinterrand der Segmente findet man jederseits ein Büschelchen von ca. 7 schlauchartigen Tracheenkiemen.

Kocht man die Larven in Kalilauge aus, so lassen sich die Saugnäpfe genauer untersuchen, die durch ihre feinen Chitinstrukturen (radiale und konzentrische Leisten in der Richtung der stärksten Beanspruchung) einen sehr hübschen Anblick bieten.

Die dunkelbraune *Liponeura*-Puppe ist von Ulmer nicht unzutreffend mit einer Schildkröte verglichen worden. Die flache Bauchseite ist der Unterlage eng angeschmiegt und mit ihr durch Klebstoffe verbunden. Wie *Simulium* verbringt also *Liponeura* die Puppenruhe in Dauerfixation. Schildform, scharfe, der Unterlage dicht angeschmiegte Körperränder (zur Vermeidung der Unterspülung) geben den Tieren die Möglichkeit, der stärksten Strömung Trotz zu bieten. Wie *Simulium* besitzt die *Liponeura*-Puppe zu beiden Seiten des Kopfes Tracheenkiemen, die aber hier Blattform zeigen. Es sind jederseits 4 dunkelbraune Blättchen vorhanden.

Über die letzte Häutung berichtet Ulmer:

„Die Puppenruhe dauert nur etwa 14 Tage; dann springt die Haut auf dem Rücken zwischen Brust und Hinterleib mit einem Querspalt auf und die Mücke kriecht langsam heraus. Da die Puppen sich meist nur etwa einen Zentimeter unter der Wasseroberfläche angesiedelt haben, erreichen die fertigen Insekten beim

Auskriechen aus der Puppenhaut mit dem Rückenteile ihrer Brust die Wasseroberfläche und halten sich, während die Beine noch in der Puppenhülle stecken, trotz der starken Strömung aufrecht. Plötzlich entfalten sie die Flügel; die Gewalt der Strömung aber und die eigenen Anstrengungen machen das Tier in wenigen Minuten gänzlich frei und es fliegt davon. Sicherlich gehen zahlreiche Mücken beim Ausschlüpfen zugrunde, besonders diejenigen, die aus zu tiefem Wasser aufsteigen müssen; das Ausschlüpfen ist also für jede eine ernste Gefahr . . .“

Tanytarsus pentapoda Kieff. (*ταννταρσος* = gestreckt-tarsig, *πέντα* = fünf, *πούς, ποδός* = Fuß)

Fundorte: An Steinen der Bäche findet man die charakteristischen fünfkieligen Gehäuse oft zu großen Gruppen vereinigt.

Stellung: Nematocere, eucephale Mücke (vgl. *Simulium*). Der langgestreckte, fast wurmartige, drehrunde, gleichmäßig segmen-

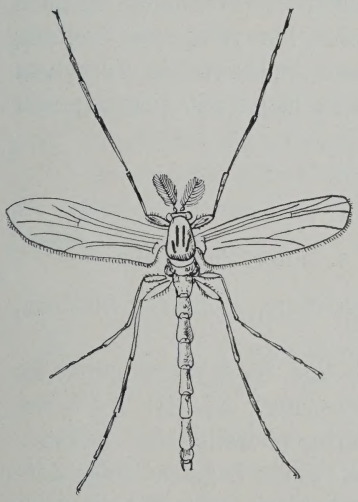


Fig. 90. *Tendipes (Chironomus)* nach Thienemann.

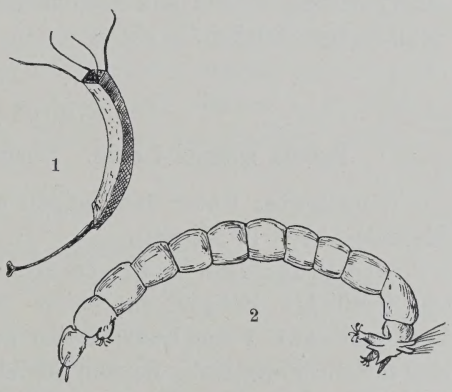


Fig. 91. 1: Larvengehäuse von *Tanytarsus*; 2: Tendipedidenlarve.

tierte Larvenkörper, das Fehlen der Thoraxverwachsungen, der Atemröhren und besonders das Auftreten von stummelartigen Füßen am ersten Segment des Thorax sowie am letzten Abdominalsegment deuten auf die Familie der Tendipediden d. h. *Tendipes*-artigen, auch Chironomiden nach der Gattung *Chironomus* genannt, die

in sehr vielen Arten in den verschiedensten Gewässerkategorien anzutreffen sind. Die Stummelfüße der Tendipedidenlarven (siehe Fig. 91, 2) sind mit Haken bewehrt und dienen zum Kriechen, teilweise wohl auch zum Graben und Klettern oder zum Verankern. Am Hinterleibsende findet man bisweilen dünnhäutige, schlauchförmige Anhänge, sowie Borstenbüschel, die auf kegelförmigen Papillen stehen (sog. präanale Borstenpinsel). Bis jetzt ist die Metamorphose der *Tanytarsus*-Arten nur unvollkommen bekannt, eine sichere Bestimmung ist oft unmöglich. Charakteristisch ist für die *Tanytarsus*-Larven der Steinfauna die weißliche Farbe.

Anpassungen: Das auffälligste Merkmal der rheophilen *Tanytarsus*-Arten ist das fixierte Gehäuse, das in seiner Form an eine Hydra erinnert, meist stark mit Kalk inkrustiert ist und kielartige Längsleisten aufweist. Die Leisten setzen sich am Rand in steife, abstehende Borsten fort. Die Lebensweise der *Tanytarsus*-Larven ist noch wenig bekannt. Als Nahrung dienen wahrscheinlich Detritusteilchen, die von der Strömung zugeführt werden.

Verwandte: Unter den Tendipediden der Steinfauna nehmen die Arten der Gattung *Orthocladius* eine hervorragende Stellung ein. Auch sie besitzen fixierte Gehäuse und zwar in Form von abgeplatteten Röhren aus Gespinstmassen, meist mit eingelagerten Schlammpartikelchen.

Coleoptera

Helmis maugei-Larve. Imago s. unter Phytophile

Fundorte: Unter den Steinen der Bäche, an dürren Blättern, bisweilen auch in Moosen.

Stellung: Die Larve von *Helmis* und ihren Verwandten ist ein treffliches Beispiel rheophiler Anpassung. Sie ist 2—3 mm lang und etwa 1 mm breit; braun gefärbt, bisweilen fast schwarz und hat die Form eines flachen Schildes. Jedes Segment zeigt seitlich einen dachartigen Fortsatz, der schräg nach unten gerichtet ist. Während dem langsamen Gehen mit Hilfe der dicht nebeneinander inserierenden, von der Rückenseite gar nicht sichtbaren Beine bleibt der Körper der Larve seitlich ständig mit der Unterlage im Kontakt. Die Seitenränder tragen außerdem noch eine dichte Reihe gefiederter Borsten, die der Unterlage angepreßt werden. Sie haben eine doppelte Bedeutung: Einmal dienen sie zur Vergrößerung der Adhäsionsfläche, mit deren Umfang die Widerstandskraft gegen die

verschwemmende Wirkung der Strömung wächst. In zweiter Linie bilden sie mit ihren feinen, sich überdeckenden Fiedern zufolge der Kapillarität gewissermaßen ein kontinuierliches Band zwischen Körperrand und Unterfläche. Die Randborsten sind als Schutzmittel gegen die Gefahr der Unterspülung aufzufassen. Die Strömung kann wohl über die kleine Larve dahinfahren. Niemals aber wird es einer Woge gelingen, einen Rand des Tieres loszulösen und es so auf den Rücken zu legen und wegzutragen. Als eine Anpassung an das fließende Wasser müssen auch die Atmungsorgane aufgefaßt werden. Wiewohl die ältern Larven offene Stigmen und somit die Möglichkeit besitzen, atmosphärische Luft einzuatmen, finden sich am Hinterleib Kiemen in Form von Fadenbüscheln, die auf kurzen, einziehbaren Sockeln stehen. Vielen Larven wird es nämlich nicht leicht möglich sein, die Wasseroberfläche zu gewinnen, um Atemluft zu schöpfen. Einzelheiten der Metamorphose sind noch nicht bekannt. Ebensowenig weiß man, wovon sich die *Helmis*-Larven ernähren.

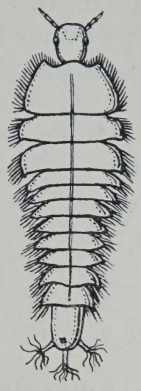


Fig. 92. *Helmis*-Larve (Kontaktränder mit Kontaktborsten, Hinterleibsende mit zurückziehbaren Kiemen). (Nach Ulmer.)

Verwandte: Den *Helmis*-Larven in der Gestalt ähnlich sind die etwas breiteren Larven der Gattungen *Cyphon* und *Hydrocyphon*, deren Imagines an den Blüten der Uferpflanzen leben.

Rhynchota

Aphelocheirus aestivalis F.

(ἀφελής = glatt, χείρ = Hand, aestivalis = sommerlich)

Fundorte: Auf dem Grunde fließender Gewässer auf und unter den Steinen oder zwischen Wasserpflanzen. Das Tier ist am Ufer selten zu erbeuten, am ehesten bei starkem Wasserrückgang.

Stellung: Gehört zu den Rhynchota (ῥυγχώτης = mit einem Rüssel versehen) oder Schnabelkerfen, einer Ordnung der Insekten, die durch den Besitz eines gegliederten Stechrüssels gekennzeichnet ist. Die Unterlippe stellt eine gegliederte Rinne dar, in welcher die andern Mundgliedmaßen, die Stechborsten, sich bewegen. Der Deckel der Rinne wird meist von der Oberlippe gebildet. Die unvollkommene Verwandlung gehört mit zu den Charakteren der Gruppe.

Als Vertreter der Hemiptera (ἡμί = halb, πτέρον = Flügel), Halbflügler einer Unterordnung, die bisweilen auch mit dem Namen Heteroptera (ἕτερος = ungleich) bezeichnet wird, besitzt *Aphelocheirus* Vorderflügel, die nur an der Basis lederartig erhärtet sind, also Halbdeckflügel oder Hemielythren (ἔλυτρον = Decke, Hülle). Doch gibt es gerade bei unserer Art Formen mit Flügelrückbildung und Ganzelythren, ferner ist für diese Gruppe charakteristisch, daß der Rüssel vom Ende der Stirn entspringt und nicht von der sich ventral an die Stirn anschließenden Kehle.

Fig. 93. *Aphelocheirus*. Weibchen kurzflügelig.

Aphelocheirus gehört zu der Wanzenfamilie der Naucoridae (*Naucoris*-artige) oder Schwimmwanzen, die durch starke Abplattung des Körpers ausgezeichnet sind. Für diese Verwandtschaft sprechen ferner die kleine, viergliedrige Antenne, der Einschnitt am Rückenteil des ersten Segments, der zur Aufnahme des Kopfes dient und das große dreieckige Schildchen sowie der Bau der Beine Nr. 2 und 3, die je 2 Tarsalglieder besitzen. Von der zweiten in unserm Gebiet vorkommenden Schwimmwanzen-Gattung, von *Naucoris*, unterscheidet sich *Aphelocheirus* durch die Kopfform: dreieckig, kaum breiter als lang — gegenüber bogenförmig und wesentlich breiter als lang, durch den viel längeren Rüssel, der nicht nur bis zum Ansatz des ersten Beinpaares, sondern bis zu dem des dritten reicht, sowie durch den zweigliederigen Tarsus des Vorderbeines, das bei *Naucoris* nur ein Fußglied und keine Klaue besitzt.

Anpassungen: *Aphelocheirus* eignet sich vorzüglich für das Leben im fließenden Wasser: sein Körper ist ein flacher Schild, die Seitenränder der Segmente sind zu gewölbten Dächern ausgezogen und schmiegen sich der Unterlage eng an (Schutz gegen Unterspülung!).

Da seine Beine relativ kurz sind, können sie beim Kriechen fast ganz unter dem Körperschild geborgen werden. Sie eignen sich nicht besonders gut zum Schwimmen, da sie nur wenige kurze Schwimmborsten an den Hinterbeinen besitzen, ein Merkmal, das hauptsächlich auffällt, wenn man die gut schwimmende *Naucoris* zum Vergleich heranzieht. In der Regel leben die Tiere unter hohl aufliegenden Steinen, an denen sie sich mit Hilfe ihrer starken Klauen anklammern. Als Nahrung kommen verschiedene Wassertiere in Betracht, die mit dem Rüssel angestochen und ausgesaugt

werden. Die Atmung erfolgt wahrscheinlich direkt durch die Haut, da die bei luftatmenden Wasserwanzen regelmäßig auftretende silberglänzende Luftschicht bei *Aphelocheirus* fehlt. Auch ist es bis jetzt nicht gelungen, jemals ein Aufsteigen zum Wasserspiegel zu beobachten. Das Sauerstoffbedürfnis ist außerordentlich groß, und Zuchten gehen daher sehr bald ein. Vielleicht ist allerdings dabei auch ein anderer Faktor beteiligt: der in Aquarien meist mangelhafte Wasserwechsel. Die Eier sind ziemlich groß (1 mm), dickschalig und werden in geringer Zahl an Steine und Molluskenschalen festgeklebt. Die Larven sind den alten im ganzen ähnlich, zeigen jedoch keine Andeutungen von Flügelscheiden.

Die Angaben über Ei und Larven beziehen sich eigentlich auf die Art *A. montandoni* Horvath, die von *A. aestivalis* jedoch nur wenig abweicht. Die Hauptunterscheidungsmerkmale sind dunklere Färbung und stärkere Abplattung als bei *A. aestivalis*.

Während *A. aestivalis* in zwei Formen auftritt: häufigere kurzflügelige und seltenere langflügelige Art ist *A. montandoni* bis jetzt nur kurzflügelig gefunden worden. Beide Formen sind biologisch noch wenig bekannt und verdienen weitere Studien. Wahrscheinlich sind sie viel häufiger als man gewöhnlich annimmt; ihr eigentlicher Wohnort, die Sohle größerer, fließender Gewässer, ist eben nicht leicht zu untersuchen und bis jetzt meist gar nicht berücksichtigt worden.

Naucoris, die Schwimmwanze, kommt vorwiegend in stehenden, selten in schwach fließenden Gewässern vor.

B. Phytophile Bewohner fließender Gewässer

Auf lebendem Substrat, speziell an und zwischen Wasserpflanzen vorkommende Geschöpfe. Hierher gehören unter den Pflanzen die Hydrepiphyten, unter den Tieren die als „Moosfauna der Bäche“ bezeichneten Gesellschaften.

Die Fauna der rheophilen Pflanzen setzt sich zusammen

a) aus den Jugendformen typischer Vertreter der Steinfauna (mobile Nereiden),

b) aus echten Phytophilen

	Beispiele für die letzteren:	Seite
Mollusken:	Physa fontinalis (L.)	130
	Planorbis contortus (L.)	131

		Seite
Crustaceen:	Cypria ophthalmica Jur	131
	Potamocypris	132
	Paracypridopsis	132
	Chydorus sphaericus O. F. M.	132
	Asellus aquaticus (L.)	133
Ephemeriden:	Baetis rhodani Pict.	133
Trichopteren:	Ptilocolepus granulatus Pict.	136
	Chaetopterygopsis Maclachlani Stein . . .	136
Dipteren:	Pericoma canescens (Meig)	136
	Calliophrys riparia (Fall)	137
Coleopteren:	Hydraena gracilis Grm.	138
	Helmis Maugei Bedel	139
	Stenelmis, Limnius, Esolus, Latelmis, Riolus, Macryonychus	140

Physa fontinalis (L.)

(φῦσα = blasenartiges Gefäß, fontinalis = quellbewohnend)

Fundorte: Quellen (besonders Limnocrenen) mit reichem Pflanzenwuchs. In stehendem Wasser nur, wenn sich durch Zufluß das Wasser rasch erneuert.

Stellung: Wie *Ancylus* (S. 81) ein basommatophorer pulmonater Gastropode. Vertreter der Physidae, die sich von den Limnaeen durch linksgewundene Gehäuse unterscheiden. Für die Gattung *Physa* ist bemerkenswert, daß Fortsätze des Mantels einen Teil der Schale decken.

Fig. 94. *Physa fontinalis* (L.) mit aufgeblasener letzter Windung, links gewunden. (Nach Thiele.)

Physa fontinalis besitzt eine dünnwandige, horngelblich durchscheinende Schale mit einer stark entwickelten letzten Windung. Der Mundrand steigt im Bogen herab; die Spindel ist gewunden. Höhe etwa 7—10 mm.

Anpassungen: Biologisch ist *Physa fontinalis* durch große Vorliebe für klares Wasser und tiefe Temperaturen ausgezeichnet. Ihr Auftreten in stagnierenden Tümpeln kann als Anzeichen irgend welcher Wasserzirkulation gelten. Die Schnecke dauert unter Umständen im Eise eingefroren aus. Sie bildet solide Schleimbänder an Wasserpflanzen und benimmt sich beim Fressen auffällig lebhaft. Das Tier scheint nirgends in großen Mengen aufzutreten.

Planorbis contortus (L.)

(Planus = flach, orbis = Kreis, contortus = gedreht)

Fundorte: Liebt frisches Wasser: Gräben und Teiche, auch Bäche und Flüsse, hält sich besonders an Potamogeton auf.

Stellung: Auch *Planorbis* gehört zu den Basommatophoren. Sie vertritt die Familie der Planorbidae, deren sehr charakteristisches Gehäuse in einer Ebene aufgewunden ist und Scheiben- oder Tellerform zeigt.

Die Arten dieser Gattung besitzen einen langen, schmalen Fuß, der sich wenig als Haftorgan in bewegtem Wasser eignet. Sie sind daher im allgemeinen an das stehende Medium gebunden. Unsere Art kommt gerne in leicht bewegtem Wasser vor.

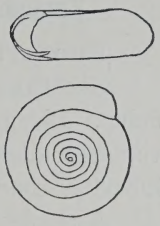


Fig. 95. *Planorbis contortus* (L.). 1: von der Seite, 2: von oben. (Nach Thiele.)

Anpassungen: *Planorbis contortus* gehört zu den kleinsten Arten (ca. 5 mm Gehäusedurchmesser); sie scheint besonders sauerstoffbedürftig zu sein.

Cypria ophthalmica Jur.

(Cypria? = die Cyprische, ophthalmicus = mit Augen versehen)

Fundorte: In den verschiedenartigsten Gewässern; da und dort auch in fließenden, zwischen Pflanzen, speziell im Moos.

Fig. 96. *Cypria ophthalmica* (Jur.). (Nach Vavra.)

Präparation: Die genauere Untersuchung der Ostrakoden kann nur erfolgen, wenn man die Schalen auseinander klappt und den Körper freilegt. Diese Manipulation erfordert eine gewisse Übung und Geschicklichkeit.

Stellung: *Cypria* ist ein Krebs, dessen ungegliederter, aus 7 Segmenten (aus der Zahl der Fußpaare abzuleiten) bestehender Körper uns auf die niederen Krebse oder Entomostraka hinweist (ἔντομος = eingeschnitten, ὄστρακον = Schale). Auf die Ordnung der Ostrakoda (ὄστρακον = Schale) oder Muschelkrebse deutet die zweiklappige, den ganzen Körper umschließende Schale; das nach der Bauchseite eingekrümmte Hinterleibsende (Furca = Gabel) und die 7 als Fühler, Kiefer, Kriech- und Schwimmbeine fungierenden Gliedmaßen.

Auf die Ostrakodenfamilie der Cypridae (*Cypris*-artige) werden wir durch die Zweizahl der Schreitbeinpaare hingewiesen.

Cypria ophthalmica ist ein Ostrakode von 0,7 mm Schalenlänge, glatter Schalenoberfläche und rundlicher, ventral abgeschnittener Seitenansicht. Sie schwimmt gut und ist überaus häufig und wenig wählerisch in bezug auf ihren Wohnort.

Potamocypris und Paracypridopsis (ποταμός = Fluß)

Fundorte: Fließendes Wasser, jedoch noch selten gefunden.

Stellung: Wie *Cypria*, Entomostraken, Ostrakoden und Cyprididen. Die genannten beiden Gattungen unterscheiden sich jedoch von fast allen Cyprididen durch die verkümmerte Furca, die nicht fußartig, sondern geißelartig gestaltet ist.

Anpassungen: Dies und das Fehlen der Schwimmborsten an den Antennen macht die Tiere zu schwimmender Fortbewegung unfähig und läßt sie daher für das Leben im bewegten Wasser geeigneter erscheinen, als schwimmkundige Arten.

Ähnliches gilt für gewisse Arten der schlammbodenbewohnenden, kriechenden Gattung *Candona*, die an ruhigen, schlammigen Stellen fließender Gewässer angetroffen werden.

Chydorus sphaericus O.F.M. (χέω = gießen?, sphaericus = kugelig)

Fundorte: Außerordentlich ubiquistisch und sehr häufig, nicht selten in fließenden Gewässern, jedoch meist zufällig.

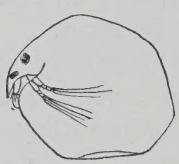


Fig. 97. *Chydorus sphaericus* O. F. M.

Stellung: Das auf den ersten Blick an einen Muschelkrebs erinnernde Tierchen erweist sich bei näherem Zusehen durch seinen freien Kopf, seine ebenfalls außerhalb der Schale gelegenen Ruderantennen als Cladocere (κλάδος = Zweig, κέρας = Horn) oder Wasserfloh. Diese Abteilung wird der breiten blattförmigen Füße wegen zu den ihr sonst ziemlich fernstehenden Phyllopoda (φύλλον = Blatt, πούς, ποδός = Fuß) gestellt.

Das ungemein anpassungsfähige Tierchen scheint vorwiegend durch Verschwemmung in fließende Gewässer zu gelangen. Irgendwelche Anpassungen lassen sich nicht nachweisen.

Ilyocryptus. Eine schlammbewohnende, zur Seltenheit in Quellen, meist am Grunde der stehenden Gewässer lebende, des Schwimmens unkundige Cladocerengattung mit kurzen, dicken „Schwimm"antennen, ohne eigentliche Schwimmborsten und mit dicker undurchsichtiger Schale.

Asellus aquaticus (L.)

(asellus = kleiner Esel, aquaticus = wasserbewohnend)

Fundorte: In klaren stehenden, seltener in schwach fließenden Gewässern zwischen Pflanzen und auf Steinen.

Stellung: Wie *Gammarus* (s. S. 86) ein malakostraker Krebs und ebenfalls den Arthrostraken zugehörend, ist *Asellus aquaticus* durch eine Anzahl von Merkmalen als Vertreter der Isopoda (ἴσος = gleich, πούς, ποδός = Fuß) gekennzeichnet.

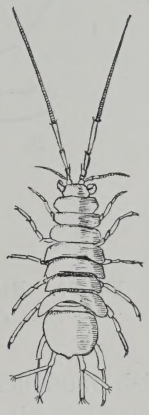


Fig. 98. *Asellus aquaticus.* (Nach Lors.)

Es sind das 6 Paar gleichartiger Brustfüße, die dorsoventral abgeplattete Gestalt und das verkürzte Abdomen, welches lamellenartige, als Kiemen funktionierende Extremitäten trägt.

Die Familie der Aselliden ist nur durch die Gattung *Asellus* vertreten, welche als besondere Eigentümlichkeit eine breite Schwanzplatte besitzt, ein Gebilde, das durch Verschmelzung der fünf letzten Segmente entstanden ist. Beide Fühlerpaare sind wohl entwickelt, doch übertrifft das zweite das erste bedeutend an Länge. Während das erste Thoraxbein zu einer Klammer umgebildet ist, tragen die übrigen Segmente gleichartige Schreitbeine. Nur das letzte ist etwas verlängert und abgeplattet; es wird beim Gehen nachgeschleppt und scheint als Schwimmapparat zu funktionieren.

Anpassungen: Wahrscheinlich sind die rheophilen Wasserasseln den limnophilen nicht völlig gleich, doch liegen bis jetzt keine genaueren Daten vor.

Baetis rhodani Pict. (Baetis = Flußname, Rhodanus = Rhone)

Fundorte: Imago: An Flüssen und Strömen.

Larve: In Moos, Potamogeton, Ranunculus fluitans usw., speziell an ruhigeren Stellen des Stromes. Häufig auch in Ritzen der Ufersteine in den kleinen Höhlungen der Nagelfluhfelsen.

Stellung: *Baetis* ist als Baetide durch einen sehr kleinen Hinterflügel mit nur 2—3 Längsadern ausgezeichnet. Die Flügel sind glashell, beim Subimago graulich, und haben eine rundliche Form. Das braunschwarze Insekt ist nicht ganz 1 cm lang, seine Schwanzfäden übertreffen den Körper bedeutend an Länge, indem sie bis

nahezu 2 cm lang werden können. Die *Baetis*-Larve unterscheidet sich von den besprochenen Larven auf den ersten Blick sehr wesent-

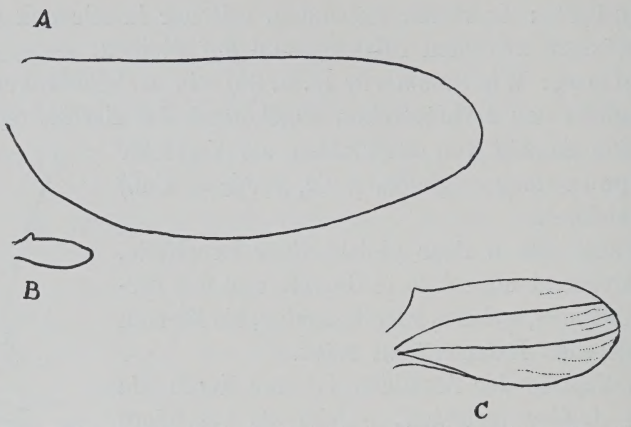


Fig. 99. *Baëtis rhodani*. *A*, *B*: Die Flügelumrisse bei gleicher Vergrößerung, *C*: Hinterflügel stärker vergrößert. (Nach Klapálek.)

lich durch den Mangel der dorsoventralen Abplattung. Sie ist nicht imstande wie die *Ecdyurus*-Larve rasch über einen Stein dahin zu eilen, sondern ihr Benehmen ist, wenn sie aus dem Wasser genommen

Fig. 100. Larve von *Baëtis*.

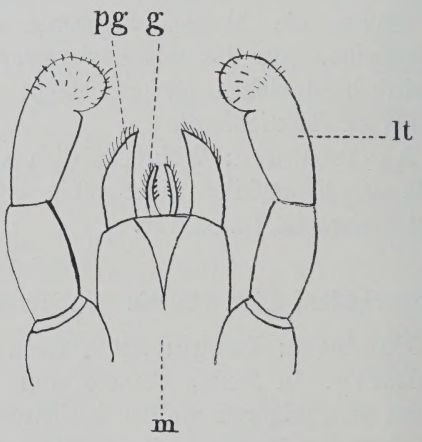


Fig. 101. Unterlippe der Larve von *Baëtis rhodani*. (Nach Eaton.)

wird, ganz hilflos. Ihr Zappeln ruft uns die Bewegung eines Fisches in Erinnerung, der seinem Element enthoben wird. Die Larve macht hilflose Schlagbewegungen mit ihrem Hinterleib und

kommt daher häufig auf die Seite zu liegen. Im Aquarium sieht man sie flink zwischen den kleinen Moospflänzchen der Steine klettern, wobei ihr die kräftigen Kletterklauen zu gute kommen, oder sie bewegt sich halb gehend, halb schwimmend fort, indem sie ihre gespreizten Schwanzfäden kräftig auf und ab bewegt. Charakteristisch ist für sie die zylindrische Gestalt, die schwache Entwicklung der Schenkel an den Füßen sowie die Behaarung der Cerci, die zusammen eine Art Schwanzflosse bilden. Der Lippentaster (Fig. 101) ist undeutlich dreigliederig, indem die beiden Endglieder zusammen eine Art Keule bilden, an deren Außenseite die Gliedgrenze geschwunden ist. Die Kiemenblättchen sind breit eiförmig und sehr beweglich, sie sind in 7 Paaren den Seiten des Hinterleibes eingefügt.

Anpassungen: Als Mitglied der Fauna ruhiger Flußstrecken ist *Baetis rhodani* wenig an das fließende Wasser angepaßt. Einzig ihre starken Krallen dürfen als Retentionsorgane angesprochen werden. Das Schwimmen versteht die Larve bei weitem nicht so gut wie ihre im stehenden Wasser heimische nahe Verwandte *Cloëon dipterum*, die im II. Teil dieses Praktikums besprochen werden soll. Sehr interessant ist ein Vergleich der Larve von *Baetis rhodani* mit der in Gebirgsbächen lebenden *Baetis*-Larve (*Baetis alpinus* und andere). Diese ausgesprochen rheophilen Tiere zeichnen sich durch Reduktion bis völligen Schwund der Schwimmhaare an den Cerci aus. Auch ist die mittlere Schwanzborste hier stummelförmig reduziert, besonders bei älteren Larven. Dafür aber haben die Krallen an Größe noch gewonnen. Die *Baetis*-Larven des schnellfließenden Wassers sind denn auch vorwiegend Bewohner des überfluteten Mooses und gewandte Kletterer. Sie schwimmen sehr unvollkommen.

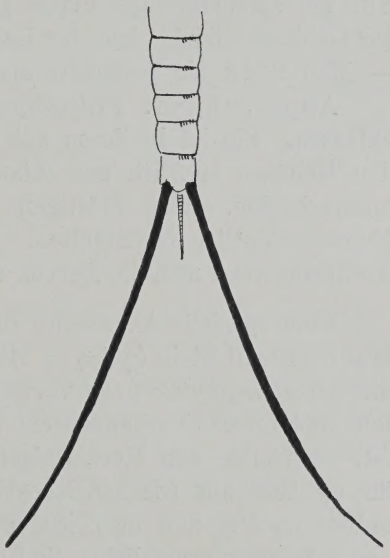


Fig. 102. Hinterleibsende einer alpinen *Baëtis*-Larve.

Ptilocolepus granulatus Pict.

(πτίλος = kahl, κώλητες = Kniekehle, Knöchel?)

Fundorte: An moosreichen Bächen und an feuchten Felswänden.

Larven und Puppen vorwiegend an Moosen, hauptsächlich an Fontinalis antipyretica in kleinen Gebirgsbächen und Quellen, bisweilen fast hygropetrisch.

Stellung: Wie *Oxyethira* (vergl. S. 113) eine Hydroptilide. *Ptilocolepus* besitzt eher breite Flügel im Vergleich zu seinen Verwandten. Für ihn ist die Spornzahl 1, 3, 4 charakteristisch.

Bei der *Ptilocolepus*-Larve ist außer den Thoraxsegmenten auch das erste Hinterleibsegment mit einem häutigen Schildchen ausgerüstet. Das Gehäuse gleicht einem an beiden Enden spaltenartig offenen Brillenfutteral, ist flach, 8 mm lang, 2 mm breit und besteht aus kleinen Stückchen von Lebermoosen und von Fontinalis. Für die spindelförmige Puppe gilt bereits die Spornzahl 1, 3, 4. Ihr Gehäuse gleicht dem der Larve, besitzt aber keine Öffnungen. — Man findet sie besonders am Grunde der Moosbüschel.

Anpassungen: *Ptilocolepus* ist durchaus als Moosform aufzufassen. Sie ist in ihrem aus lebenden Moosstückchen bestehenden Gehäuse trefflich geschützt, von ihrer Umgebung kaum zu unterscheiden. Ihre kräftigen Fußklauen erlauben ihr, sich im Moose ordentlich festzuhalten. Dies kommt einem auch zum Bewußtsein, wenn man die Larven von ihrer Wohnpflanze loslösen will.

Eine spezielle Anpassung finden wir bei Chaetopterygopsis Maclachlani Stein (χαίτη = Borste, πτερύγιον = Flosse, Flügel), die mit *Stenophylax* nahe verwandt, in Quellen und Quellrinnsalen lebt und an das Vorhandensein von Quellmoos Fontinalis gebunden ist. Zwischen den Mooszweigen herumkletternd bauen die Tiere ihr Gehäuse aus frischen Moosblättchen, die dachziegelartig angeordnet werden und die Tiere ausgezeichnet maskieren. Nur genaues Zusehen ermöglicht, die Köcherfliege zwischen den flutenden Moosstengeln zu erkennen.

Pericoma canescens (Meig)

(περίκομος = rings behaart, canesco = weiß werden)

Fundorte: Imago: an Wasserläufen auf Sumpflanzen, auf der Unterseite feuchter Blätter u. dergl. Die Mücken erinnern im Flug an Kleinschmetterlinge.

Larve: In fließendem Wasser von geringer Tiefe.

Stellung: *Pericoma* ist eine nematocere, eucephale Mücke, deren dichte wollige Behaarung auf Körper und Flügel und deren plumper, mottenähnlicher Flug auf die Psychodidae oder Schmetterlingsmücken hindeutet.

Anpassungen: Die ca. 8 mm lange, elfgliedrige Larve ist als Oberflächen- und Strömungsorganismus und gleichzeitig als Schlammwühler oder Algenbewohner ziemlich vielseitig angepaßt. Der kleine, hart chitisinierte Kopf und der walzliche, an beiden Enden etwas verjüngte Körper sowie die zahlreichen, den ganzen Körper bedeckenden Chitinhöckerchen und nach hinten gerichteten Borstengruppen deuten auf wühlendes Leben.

Oft hängen die Larven mit ihren Borsten an Algenfäden. Dabei wird das Hinterende an die Oberfläche gestreckt. Es ist von 4 Fortsätzen, 2 kürzeren dorsalen und 2 längeren zentralen, umgeben, die schmale blattförmige Gebilde mit langer dichter Randbeborstung darstellen. Da sich zwischen diesen Hinterleibsfedern die beiden Hinterstigmen finden, haben wir in dem Borstenapparat eine Einrichtung zu sehen, welche die Benetzung der Stigmen verhindert. Die Verpuppung erfolgt, nachdem die Larve das Wasser verlassen hat.

Tendipedidenlarven (tendo = strecken, pes = Fuß)

Zur typischen Moosfauna der Bergbäche gehören zahlreiche Tendipedidenlarven (Stellung und Bau vergl. *Tanytarsus pentapoda* S. 125), die zurzeit mit wenigen Ausnahmen noch nicht näher bestimmt werden können. Ganz allgemein kann als Merkmal der Moostendipediden die Kleinheit ihrer Larven genannt werden. Ihre Farbe ist oft grünlich. Genannt seien die von Thienemann im Sauerland als typische Bachmoosformen bezeichneten Arten: *Pelopia melanops*, *Cricotopus fuscipes*, *Thienemanniella nana;* letztere nur 1,7 mm lang, die beiden andern nicht viel größer.

Calliophrys riparia Fall (*κάλλος* = Schönheit, *ὀφρύς* = Augenbraue, riparius = uferbewohnend)

Fundorte: Imago: An den Ufern von Bächen, besonders in der Nähe von Wehren und Stromschnellen, oft zu mehreren, schwer zu fangen.

Larve: In Algenpolstern, die von starker Strömung überspült sind, auch bisweilen in Moos von Bächen vorwiegend an Wasserstürzen.

Puppe: Ebenda.

Stellung: *Calliophrys* entfernt sich von den vorigen Diptera sehr wesentlich durch ihre oberhalb der Fühler gelegene Stirnspalte sowie durch das Verhalten bei der Verpuppung, welche innerhalb der letzten Larvenhaut erfolgt und somit nicht mit einer Häutung verbunden ist (echte Tonnenpuppe). Sie gehört daher zu den Diptera cyclorhapha. (κύκλος = Kreis, ῥαφή = Naht, Stirnspalte, wird auch die Bogennaht genannt.) Das Insekt erinnert an die Stubenfliege.

Fig. 103. Larve von *Calliophrys riparia* Fall.

Die scharfe hufeisenförmige Stirnspalte deutet auf die Schizophora (σχίζειν = spalten, — φορος = tragend) oder Muscarien d. i. Fliegenartigen, während die im männlichen Geschlecht schmale Stirn — die Augen stoßen hart zusammen — und gewisse Eigentümlichkeiten der Flügeladerung auf die Anthomyiidae (ἄνθος = Blume, μυῖα = Fliege) hinweisen.

Calliophrys ist eine 5—6 mm lange schwarzgrau und gelblich gefärbte Fliege mit etwas getrübten bräunlich-grauen Flügeln.

Anpassungen: Gelblich weiße, kegelförmige, vorn zugespitzte kopflose „Made“ mit Neigung, sich einzubohren. 4 sehr kräftige Haken am hintersten (größten) Segment, ein dorsales auswärts gekrümmtes und ein ventrales nach vorn gerichtetes Paar. Diese sehr wirksamen Retentionseinrichtungen werden durch einen Besatz von Dörnchen für ihre Aufgabe besonders tauglich. Das dorsale Hakenpaar trägt an der Spitze je ein Stigma. Die Larven scheinen jedoch nicht auf Luftatmung angewiesen zu sein; denn sie lassen sich züchten, auch wenn man ihnen keine Gelegenheit gibt, im Zuchtgefäß mit der Wasseroberfläche in Kontakt zu kommen.

Die Puppe erscheint uns als eine verkürzte, verdickte Larve mit beschränkter Beweglichkeit. Sie hat eine braune Färbung angenommen und wird allmählich sehr dunkel.

Hydraena gracilis Grm. (ὑδραίνω = benetzen; gracilis = zierlich)

Fundorte: Quellen und Quellrinnsale, besonders in gebirgigen Gegenden, unter Steinen und im Moos.

Fang: Durch Abspülen von Bachmoos und Ablesen von Steinen.

Als Polyphage durch die nicht verwachsenen 3 ersten Hinterleibssternite (d. i. Bauchplatten) und durch die mangelnden Queradern des Flügels charakterisiert, kennzeichnet sich der Käfer als Hydrophilide durch die stark entwickelten Kiefertaster, welche die Fühler an Länge übertreffen. Ein weiteres für diese Verwandtschaft sprechendes Merkmal ist der Bau der Fühler, die aus einem Schaft (1. Glied) und einer mehrgliedrigen Keule bestehen. Die Anwesenheit von Längsfurchen am Halsschild und das lange Endglied der Hinterbeine, das an Länge die vorhergehenden zusammen übertrifft, weisen auf die Zugehörigkeit des Käfers zu der Unterfamilie der Hydraeninae. Der schmale, gestreckte, flache Körper, der sehr lange Kiefertaster und das Fehlen einer Fühlergrube am Halsschild deuten auf die Gattung Hydraena.

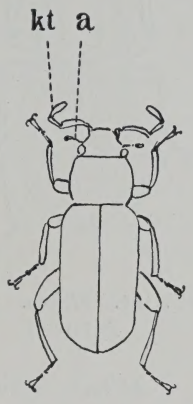


Fig. 104. *Hydraena* *a:* Fühler, *kt:* Kiefertaster (nach Reitter).

Hydraena kommt in zahlreichen Arten, vorwiegend im fließenden Wasser, zwischen Moos und an Holzstückchen vor. Sie ist infolge ihrer schlanken Form imstande, sich mit Leichtigkeit zwischen dem Gewirr der Wassermoose durchzuwinden und in engen Spalten und hinter kleinen Vorsprüngen der Unterlage Schutz zu finden.

Hydraena gracilis erreicht eine Länge von 2,2—2,4 mm. Rücken und Bauch sind schwarzbraun gefärbt, die Extremitäten rostrot, die Flügeldecken oft braunrot. Mit den kräftigen Klauen hält sich das Tier an der Unterlage ohne Schwierigkeit fest, infolge der Abflachung der Rückenseite kann ihm die Strömung wenig anhaben. Als eine Anpassung an das Leben im fließenden Wasser darf die bedeutende Länge des letzten Tarsalgliedes gelten, das im Verein mit den starken Klauen die Verankerung und das Umklammern von Gegenständen erleichtert. *Hydraena* ist denn auch ein sehr sicherer Kletterer.

Helmis maugei Bedel (ἕλμις = Wurm)

Fundort: Unter Steinen und im Moos rasch fließender Gebirgsbäche.

Stellung: Wie die vorige Form ein Polyphage. Durch das starke Zurücktreten der Kiefertaster gegenüber den Fühlern jedoch als Vertreter einer andern Familie gekennzeichnet.

Das Endglied des 5gliedrigen Tarsus, das sehr stark entwickelt ist, Keulenform besitzt und an Länge die untern 4 Tarsenglieder (s. Fig. 105) übertrifft, weist uns auf die Familie der Dryopidae (= Parnidae). Durch den oberwärts unbehaarten Körper und die dünnen, fast fadenförmigen Fühler ist der Käfer als Angehöriger der Familie der Helminthinae charakterisisrt. Die in der Lebensweise so ziemlich übereinstimmenden Gattungen dieser Gruppe werden nach dem Bau des Halsschildes unterschieden. Die zwei seitlichen Längsfurchen, die durch eine hintere Querfurche miteinander verbunden sind, kennzeichnen die Gattung Helmis.

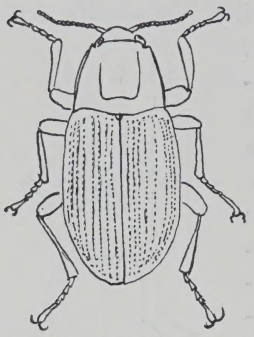


Fig. 105. *Helmis.* (Nach Reitter.)

Helmis maugei, eine in Gebirgsgegenden häufige Art. Sie wird 1,5—2,5 mm lang, ist schwarz gefärbt und besitzt mit Punktreihen versehene, bronzefarbige Flügeldecken, braunrote Fühler und Beine. Bemerkenswert sind die auffallend kräftigen Klauen und das mächtige kolbige Endglied des Tarsus. In beiden Eigenschaften gleicht *Helmis* der *Hydraena*. Offenbar handelt es sich um eine durch die gemeinsame Lebensweise (Klettern im fließenden Wasser) bedingte Konvergenzerscheinung.

Verwandte Gattungen sind: Stenelmis, Limnius, Esolus, Latelmis, Riolus und Macronychus, lauter rheophile Formen, ferner die auch in stehendem Wasser oder am Wasserrand lebende Arten umfassenden Gattungen Dryops (= Parnus), Potamophilus (Fig. 106) und Helichus, die sich durch ihre dichte Behaarung und den aus ungleichen Gliedern bestehenden Fühler als *Dryopinae* kennzeichnen.

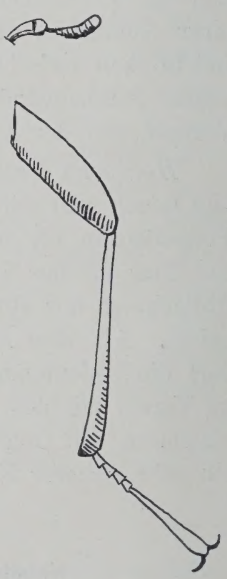


Fig. 106. Fühler und Hinterbein von *Potamophilus*.

C. Limicole Bewohner fließender Gewässer

Tiere der Schlamm- und Sandablagerungen der ruhigen Buchten

Beispiele		Seite
Würmer:	Gordius aquaticus L.	141
	Haplotaxis gordioides Hartm	142
	Tubifex tubifex Müller	143
Mollusken:	Lithoglyphus naticoides (Pfeiff.)	144
	Pisidium pusillum (Gmd.)	145
	Anodontites complanata (Roßm.)	145
	Unio margaritiferus (L.)	146
	Sphaerium rivicola Lamark	146
Insekten:	Ephemera danica Müll., vulgata L.	147
	Polymitarcis, Palingenia	148
	Sialis flavilatera L.	148
	Liriope contaminata (L.)	149
	Tendipediden: Tanytarsus	150

Würmer:

Gordius aquaticus L.

(Gordius = König von Gordium, bekannt durch den unauflöslichen Knoten, aquaticus = im Wasser lebend)

Fundorte: a) Geschlechtsreif in kleinen und großen Gewässern, bisweilen in Quellen und seichten Bächen oder in Brunntrögen u. dergl., wo er als langer dünner gewundener Faden erscheint; b) als Larve in verschiedenen Insekten.

Fang: Mit Netzchen oder mit der Hand.

Stellung und Anpassungen: *Gordius aquaticus* ist fast haardünn, jedenfalls nie dicker als 1 mm, dabei von sehr bedeutender Länge (bis 90 cm), oft aber auch nur 20—30 cm lang, bisweilen schon in Exemplaren von nur 5 cm. Seiner Gestalt nach könnte er höchstens mit *Mermis* verwechselt werden.

Als Vertreter der Gordiidae besitzt er jedoch im erwachsenen Zustand eine Afteröffnung, die bei *Mermis* nicht auftritt, dafür fehlen ihm die für *Mermis* charakteristischen Mundpapillen.

Die Gordiiden stellen vielleicht stark modifizierte Nematoden dar. Es wird ihnen in der Systematik meist eine Sonderstellung eingeräumt.

Die Gattung Gordius unterscheidet sich von ihren Verwandten (*Paragordius* und *Parachordodes*) durch das Auftreten eines hinter der Afteröffnung gelegenen hufeisenförmigen Saumes. Der noch nicht in jeder Richtung abgeklärte Entwicklungsgang verläuft ungefähr wie folgt:

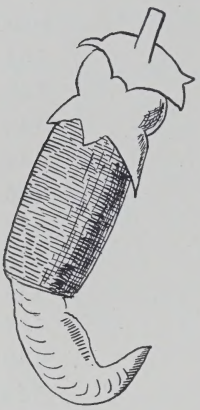


Fig. 107. Larve eines Gordiiden mit doppeltem Hakenkranz. (Nach Hartmeyer.)

Die Eier werden von den geschlechtsreifen Weibchen ins Wasser abgegeben. Aus ihnen schlüpfen hakenbewehrte kleine Larven aus, die eine Art Schwimmschwanz besitzen (Fig. 107) und sich in Insektenlarven (Ephemeriden, Chironomiden usw.) einbohren. Dort enzystieren sie sich in den Muskeln und werden mit ihren Wirten von Raubinsekten aufgenommen. In den letzteren wachsen sie zu größeren Tieren heran und verlassen ihren Wirt im gegebenen Moment, um wieder ins Wasser zu gelangen, dort erst tritt Geschlechtsreife ein. Die Jugendstadien sind mit einem Mund ausgestattet, der sich später zurückbildet. Das Männchen ist an der Gabelung seines Hinterendes kenntlich, sowie am Auftreten eines sog. postklokalen Saumes (s. oben). Die Weibchen dagegen sind am Hinterende abgerundet und tragen eine endständige Afteröffnung. Die in der Jugend hell (weißlich oder gelblich) gefärbten Tiere werden im Alter dunkelbraun.

Sie können sich zwischen den Wasserpflanzen leicht auch bei schwach strömendem Wasser halten. Dem stark bewegten Medium fehlen sie.

Haplotaxis gordioides Hartm., Brunnendrahtwurm (ἁπλοῦς = einfach; τάξις = Reihe; gordioides = gordiusartig)

Fundorte: In Quellen und Brunnen, sowie im Grundschlamm der Flüsse.

Stellung: *Haplotaxis* ist ein Ringelwurm oder Annelide (annulus = kleiner Ring); denn sein Körper ist regelmäßig segmentiert. Fußlosigkeit, das Auftreten eines Blutgefäßsystems und segmental angeordneter Ausscheidungsorgane sowie das ventrale, segmentierte Nervensystem mit Schlundring vervollständigen das Bild, das für diese Klasse der Würmer gültig ist. Als Vertreter der Borstenwürmer Chaetopoden (χαίτη = Borste, πούς, ποδός = Fuß) besitzt *Haplotaxis* segmental angeordnete, mit besondern

Muskeln bewegte Borsten. Das Fehlen von stummelartigen „Füßen“ und die geringe Zahl der Borsten deutet auf die Oligochaeten (ὀλίγος = wenig) d. h. Wenigborster. Für die kleine Familie der Haplotaxiden ist die besonders geringe Zahl der Borsten (4 oder 2 pro Segment), die sehr bedeutende Körperlänge im Vergleich zum Durchmesser und das Auftreten von 2 Paaren von Hoden im 10. und 11. Segment charakteristisch. *Haplotaxis gordioides*, der einzige Vertreter der Familie in unserm Gebiet ist, wie der Name sagt, dem Wasserkalb (*Gordius*) sehr ähnlich. Das Tier erreicht bei einer Dicke von nur 1,5 mm eine Länge von 300 mm. Es ist rötlich gefärbt infolge der roten Farbe des Blutes. Seine ventralen Borsten sind viel stärker als die dorsalen.

Die Würmer liegen oft zu Knäuln zusammengeballt im Schlamm.

Tubifex tubifex Müller (tubus = Röhre, facere = machen)

Fundorte: Schlammige Wassergräben, Abwässer, Grundschlamm der Flüsse, polysaprob.

Stellung: Wie *Haplotaxis* ein Oligochaete. Für die Zugehörigkeit zu den Tubificiden und zur Gattung *Tubifex* spricht

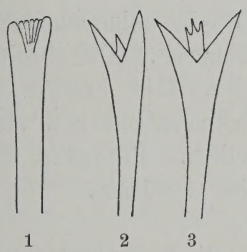


Fig. 108. Borsten der Tubificiden. 1: Fächerborste, 2, 3: Hakenborsten von *Tubifex tubifex*.

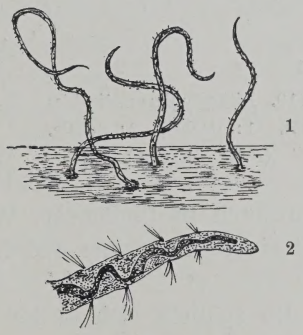


Fig. 109. 1: Tubificiden in Schlammröhren steckend, 2: Vorderende von *Tubifex*.

die Anordnung und Gestalt der Borsten (4 Bündel in jedem Segment mit einer unbestimmten Zahl von Borsten pro Bündel). Dazu kommt das Fehlen des Muskelmagens und der Mangel besonderer Genitalborsten am 10. Segment. Die Gestalt der Borsten ist recht mannigfaltig. Fächerborsten (Abb. 108), Hakenborsten des Vorderkörpers, für die Art charakteristisch mit Mittelzähnchen. Unsere

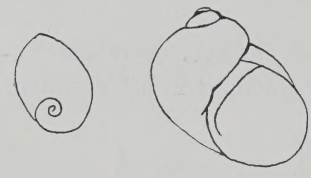
Art gehört mit dem Verhältnis von Länge zu Dicke wie 50 : 1 zu den relativ dünnsten Tubificiden.

Tubifex lebt in engen Schlammröhren. Ungestört streckt er einen Teil des Leibes aus der Röhre und führt damit schwingende Bewegungen aus. Bisweilen sind die Tiere im Bodenschlamm so massenhaft vorhanden, daß ihre Leiber wie ein Rasen einer rötlich gefärbten Alge aussehen. Jede Störung verursacht ein sofortiges Zurückziehen der Leiber, so daß die scheinbaren Algenrasen blitzschnell verschwinden.

Mollusken:

Lithoglyphus naticoides (Pfeiff.) (*λίθος* = Stein, *γλίφειν* = aushöhlen)

Fundorte: In Altwässern, Kanälen und auch im offenen, großen Strom. Lebt gerne im Schlamm.



1 2

Fig. 110. *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiff.). 1: Deckel, 2: Schale. (Nach Thiele.)

Stellung: *Lithoglyphus* ist ein Prosobranchier (vergl. S. 84) der Familie der Lithoglyphiden, die sich durch niedrig kegelförmige, dickwandige Schalen, hornigen Deckel und kleine Augenhöcker kenntlich macht. *Lithoglyphus naticoides* ist keine ausgesprochen rheophile Schnecke. Der breite Fuß ermöglicht ihr, sich kräftig an der Unterlage festzusaugen und sie kann daher auch in fließendem Wasser gedeihen. Besondere Vorliebe zeigt sie für Schlamm und für kalkreiche Gewässer.

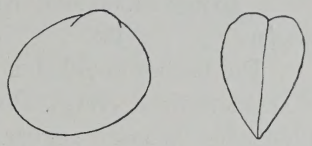
Ihr schließt sich in der Lebensweise die kreisförmige Valvata piscinalis an, die etwas mehr als ein halbes Zentimeter groß wird und durch Zwitterigkeit und drehrunde Fühler ausgezeichnet ist.

Ein richtiger Ubiquist ist Bythinia tentaculata, die in stehenden wie fließenden Gewässern aller Art weiteste Verbreitung genießt. Sie gleicht in der Gestalt der Schale einer *Limnaea truncatula*, doch ist ihre Mündung stets kleiner als bei der letzteren Form. Das Gehäuse ist festwandig, fein gestreift und von gelblicher bis grauer Färbung. Der Deckel ist konzentrisch gebaut und enthält Kalk.

Pisidium pusillum (Gmd.) (*πισίδιον* = kleine Erbse; pusillus = klein)

Fundorte: Quellen der Kalkgebirge.

Stellung: Eine Muschel oder Bivalve (Bivalvae = Klapptüren) d. h. ein Weichtier mit bilateralsymmetrischem Bau ohne Kopf (daher Acephala, *ἀ* = ohne, *κεφαλή* = Kopf) mit zwei großen, seitlichen Mantellappen und dementsprechend zweiteiliger, ventral aufklappender Schale, deren Hälften durch ein dorsales Band miteinander verbunden sind. Der bewegliche Fuß ermöglicht ein langsames Vorwärtskriechen. Für die Familie der Sphaeriidae ist ein zungenförmiger Fuß charakteristisch, sowie die relativ geringe Körpergröße: höchstens 2,5 mm. *Pisidium* selbst ist die kleinste Gattung der Sphaeriidae und erreicht kaum je mehr als 1 cm Länge. In der Form kennzeichnet sie sich durch die Lage des Wirbels (s. Fig. 111, 1), der nicht mittelständig (Seitenansicht) sondern nach hinten verschoben ist, während die andere Hauptgattung der Familie, *Sphaerium* einen nahezu in der Mitte gelegenen Wirbel zeigt.



1 2

Fig. 111. *Pisidium ovatum* Cless von der Seite (1) und von vorn (2).

Anpassungen: *Pisidium pusillum* ist eine kleine (höchstens 4 mm große), festschalige, flache Muschel mit fast kreisrunder Seitenansicht und wenig nach hinten verschobenem Wirbel. Sie zeigt ausgesprochene Vorliebe für kalkreiches, fließendes, tieftemperiertes Wasser. Die häufig in „*Lartetien*-Quellen“ (Limnokrenen) auftretende Form lebt meist im Schlamm vergraben, ist somit dem Bereich der Strömung entzogen. Die Festigkeit ihrer Schale darf wohl mit dem hohen Kalkgehalt des Wohngewässers in Beziehung gebracht werden.

Von ihr unterscheidet sich das chalciphobe Quellwasser liebende *Pisidium ovatum* (s. Fig. 145) durch stärkere Verschiebung des Wirbels nach hinten und eiförmige Seitenansicht. Die beiden Quellformen nähern sich aber gegenseitig durch die flachen Schalen.

Anodontites complanata (Roßmäßler) (*ἀ* = ohne; *ὀδούς, ὀδόντος* = Zahn; complanatus = abgeplattet) abgeplattete Teichmuschel

Fundorte: In Bächen und Flüssen, scheint dem stehenden Wasser zu fehlen.

Stellung: Als Vertreter der Unionida (Unioartigen) besitzt *Anodontites* einen beilförmigen Fuß. Das Fehlen der Schloßzähne hat der Muschel ihren Gattungsnamen gegeben.

Anpassungen: Von der vorwiegend im stehenden Wasser lebenden *A. mutabilis* unterscheidet sich *A. complanata* durch die schwächere Wölbung ihrer Schale und durch geringere Größe.

Länge ca. 80 mm, Höhe 45 mm, Dicke 20 mm
gegen „ „ 90 „ „ 50 „ „ 30 „ bei *A. mutabilis*.

Die flacheren Schalen sind auch für andere rheophile Muscheln charakteristisch (vergl. *Pisidium*) und dürfen somit wohl als dem fließenden Wasser angepaßt angesehen werden.

Unio margaritiferus (Linné) (unio = eine Perle; margarita = Perle; ferre = tragen) Flußperlmuschel

Fundorte: In Bächen und Flüssen der Urgebirgsformation.

Stellung: Wie *Anodontites* zu den Unioniden zu rechnen, ist *Unio* durch den Besitz von Schloßzähnen ausgezeichnet. Die Schalen sind meist verhältnismäßig dicker als bei *Anodontites*, und die Wirbel treten, wenn man die Muschel von der Schloßseite her betrachtet, stärker hervor als bei der verwandten Gattung. Bei der Muschel *Unio margaritiferus* fehlen die hinteren Schloßzähne. Auch sie ist ziemlich zusammengedrückt: Länge 12 cm, Höhe 5 cm, Dicke 3 cm. Die Wirbel sind wohl infolge des Kalkmangels in den Wohngewässern meist stark zerfressen.

Die andern *Unio*-Arten sind nicht leicht auseinander zu halten, da eine außerordentliche Variabilität besteht. Sie sind durchweg stärker gewölbt als *Unio margaritiferus* und kommen im fließenden wie im stehenden Wasser vor.

Sphaerium rivicola (Lamarck) σφαῖρα = Kugel; rivicola = Uferbewohner)

Fundorte: In größeren Flüssen und Seen.

Stellung: Vergl. *Pisidium* (S. 145).

Ziemlich große (ca. 23 mm) rundlich eiförmige Muschel mit wenig hervortretendem Wirbel, Bewohner des Uferschlammes. Als hauptsächlichster Gattungscharakter ist schon oben der mittelständige Wirbel genannt worden.

Insekten:

Ephemera danica Müll. (ἐφήμερος = einen Tag lebend, danicus = dänisch)

Fundorte: Larve: Uferschlamm der Flüsse und Bäche.

Stellung: Wie *Ecdyurus* (siehe S. 95) eine Eintagsfliege. Die reich geäderten Hinterflügel und die glashellen, braun gefleckten Vorderflügel sind für die Gattung, der elfenbeinweiße, an der Spitze bräunlich angehauchte mit starken Flecken segmentweise gezeichnete Hinterleib für die Art charakteristisch. Die *Ephemera*-Larve (z. Z. nur Gattungsmerkmale bekannt) ist kenntlich an den nur zweigliederigen Lippentastern und den dreigliederigen Kiefertastern sowie an den 7 Paar zweiästigen, schmalen Hinterleibskiemen, von denen das erste verkümmert ist und keine Fransen trägt. An der Stirn trägt die Larve zwei spitzige, nach vorn gerichtete Vorsprünge, zwischen denen die säbelförmigen Grabfortsätze der Oberkiefer nach vorne ragen (Fig. 112).

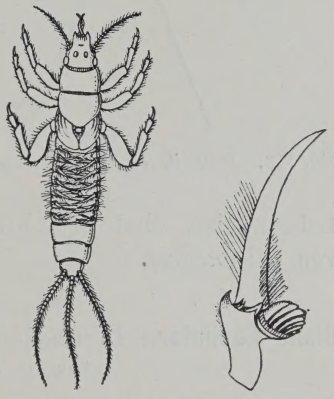


Fig. 112. Larve von *Ephemera vulgata* (nach Miall). Oberkiefer von *E. vulgata* (nach Eaton).

Anpassungen: Die Grabmandibeln dienen zum Lockern der Erde und Schlammteilchen und werden bei dieser Arbeit von den schon genannten keilartigen Kopfvorsprüngen unterstützt. Das gelockerte Material wird mit Hilfe der kräftigen, mit Borstenreihen besetzten Vorderbeine, die an die Grabschaufeln des Maulwurfs erinnern, wegbefördert. Der langgestreckte zylindrische Körper, der kleine Kopf, die nach der Rückenseite emporgeschlagenen, dem Körper eng angelegten Kiemen machen das Tier zum Schlüpfen durch die Gänge geeignet.

Die *Ephemera*-Larven sind ihres versteckten Lebens wegen nicht leicht zu sammeln, sie werden nur selten frei beobachtet, können sich aber in Aquarien ohne besondere Mühe gehend und schwimmend fortbewegen.

Häufiger als *Ephemera danica*, besonders auch an ruhigeren Gewässern ist *Ephemera vulgata* L. (s. Abb. 112).

Andere grabende Ephemeridenlarven

Der „Rheinmücke“ *Oligoneuria* (vergl. S. 101) in der Lebensweise außerordentlich ähnlich ist der ebenfalls an größeren Flüssen vorkommende Weißwurm *Polymitarcis virgo* (Fig. 113), der sehr lange Vorderbeine und ganz kurze Hinterbeine besitzt. *Polymitarcis* ist weißlich gefärbt, besitzt reich geäderte, milchig getrübte Flügel und im männlichen Geschlecht zwei, im weiblichen drei Schwanzfäden. Auch *Palingenia longicauda* schließt sich hier an.

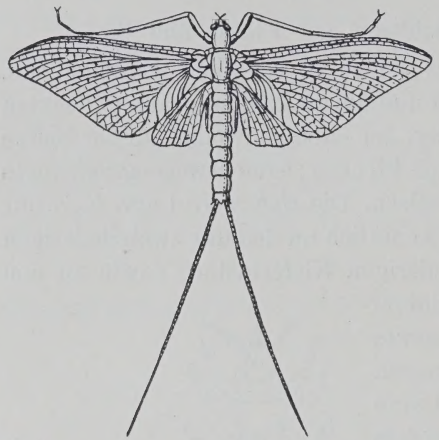


Fig. 113. *Polymitarcis virgo* ♂ (nach Ulmer).

Die Jugendstadien dieser Gattungen gleichen denen von *Ephemera* in Form und Lebensweise, sind also grabende Larven im Gegensatz zu der von *Oligoneuria*.

Sialis flavilatera L. (*σίαλον* = Speichel, Geifer; flavus = gelb; latus = Seite) Schlammfliege

Fundorte: Imago: An Uferbüschen; Larve: im Schlamm stehender und fließender Gewässer; Puppe in feuchter Erde.

Stellung: Durch die vier reichgeäderten Flügel einerseits und durch die vollkommene Verwandlung (Puppe!) andrerseits kennzeichnet sich *Sialis* als echten Netzflügler. (Neuroptera, *νεῦρον* = Nerv, *πτερόν* = Flügel). Die Gattung ist der einzige Vertreter der Familie der Sialidae und damit der Unterordnung der Sialida oder Wasserflorfliegen. Ihre düstere Färbung (schwarzbraun), die sehr großen, dachförmig getragenen, das Hinterleibsende überragenden Flügel mit ihrem dunkeln Netzgeäder, die buckelige Haltung und die feinen, fadenförmigen Fühler machen das Tier zu einem sehr charakteristischen, leicht kenntlichen Glied der Uferfauna. Auch die Larve (vergl. Fig. 114) kann kaum mit der eines andern Insektes verwechselt werden (lange, gegliederte, fast beinähnliche Tracheenkiemen an den ersten sieben Segmenten des

Hinterleibes). Bezeichnend sind auch die schlängelnden Bewegungen: seitliche Schlängelung zur Fortbewegung, senkrechte Schlängelung zu Atemzwecken. Die *Sialis*-Larve kriecht meist im Schlamm, gräbt Gänge, schwimmt sehr selten und nur kurze Strecken weit. Ihre Tracheenkiemen eignen sich — am lebenden Tier — zur Beobachtung der Blutzirkulation.

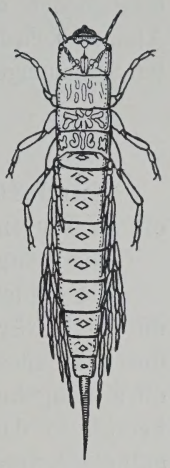


Fig. 114. Larve der Schlammfliege *Sialis* (nach Miall).

Liriope contaminata (L.) (Liriope = Meernymphe; contaminare = besudeln, beschmutzen)

Fundorte: Imago: An Bachufern.

Larve: In schlammigen Bächen, oft in Abzugsgräben mit organischen Verunreinigungen.

Stellung: Wie *Simulium* (s. S. 119) eine Nematocere und eucephale Mücke, kennzeichnet sich unsere Art als Liriopide durch die langen dünnen Beine, die ziemlich bedeutende Größe (9—12 mm) und glänzend schwarze Färbung sowie durch die braun gefleckten Flügel. Die Familie umfaßt nur eine Gattung mit 4 mitteleuropäischen Arten.

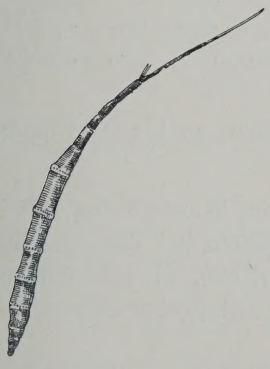


Fig. 115. Larve von *Liriope contaminata* (nach Grünberg).

Larve: Ein richtiger Schlammbewohner mit wurmförmigem Körper und kleinem, hart chitinisiertem Kopf, bohrt sich die *Liriope*-Larve unter wurmartigen Kontraktionen in den Schlamm ein. Die Rolle der Regenwurmborsten übernehmen 5 Ringwülste, welche die Grenzen zwischen den Segmenten 4 bis 9 deutlich markieren und die mit je einem Kranz feinster Häkchen besetzt sind. Außerdem sitzen am Hinterrand der Segmente 4 bis 6 je ein Paar Stummelfüße, die mit Retentionsborsten ausgestattet sind. Jeder Stummel trägt ventral einen vorwärts und rückwärts beweglichen Haken und an der Außenseite eine gekrümmte und eine lange, gerade gestreckte Borste. Am letzten Segment sitzen die Atemeinrichtungen in Form von 2 steifen, kleinen Anhängen (für Wasseratmung) und einer sehr langen, dünnen Atemröhre, die mehr als die Hälfte der Körperlänge erreicht und

fernrohrartig eingezogen werden kann. Der kleine, harte, spitze Kopf, der dünne, zylindrische Körper und die Retentionsorgane ermöglichen das Graben von Röhren im Schlamm; die doppelten Atemeinrichtungen werden verständlich, wenn man bedenkt, daß im Schlammgewässer oft Sauerstoffmangel herrscht.

Tendipedidenlarven

Fundorte: Im Schlamm und Genist der Bäche und Flüsse; oft zu Tausenden.

Stellung: Vergl. *Tanytarsus pentapoda* S. 125.

Im Schlamm leben zahlreiche Arten der Gattung *Tanytarsus*, die rote Färbung zeigen und deren Artzugehörigkeit wohl nur durch Aufzucht zu bestimmen ist. Die Schlammtendipediden führen oft schlängelnde Atembewegungen aus. Sie sind bisweilen ungemein häufig, so daß die „Mückentänze“ an den Frühlingsabenden verständlich werden.

D. Tiere der Wasseroberfläche

Beispiele:		Seite
Käfer:	Orectochilus villosus Müller	150
Wanzen:	Velia currens F.	151
	Velia rivulorum F.	152

Orectochilus villosus Müller (ὀρέγω = strecken; χεῖλος = Lippe; villosus = borstig)

Fundorte: In Bächen und Flüssen unter Wasserwehren und in der Nähe von Mühlenrädern. Die Käfer leben bei Tag gesellig unter Wasser und kommen am Abend zur Oberfläche. Sie schwimmen in wellenförmigen Bahnen mit großer Schnelligkeit stromaufwärts.

Fig. 116.
Orectochilus villosus.

Fang: Mit Handnetzchen.

Stellung: *Orectochilus* ist als adephager (ἀδεφάγος = gefräßig) Käfer durch Verwachsung der drei ersten Hinterleibssternite ausgezeichnet. Das vorderste wird von den Hüften der Hinterbeine völlig durchsetzt, so daß von ihm nur ein seitliches Rudiment sichtbar bleibt. Die auffallend kurzen Mittel- und Hinterbeine deuten sofort auf die

Gyriniden, auch Tummel-, Taumel-, Dreh- oder Kreiselkäfer genannt. Als weitere Charakteristika dieser Familie sind zu nennen: der kurze, dicke Fühler, die Zweiteilung jedes Auges durch den vorspringenden Kopfrand in eine obere, für die Luft eingerichtete und eine untere, dem Sehen unter Wasser dienende Hälfte. *Orectochilus* gleicht in seiner Lebensweise wie in seinem Äußern dem allbekannten Taumelkäfer *Gyrinus*, von dem er sich hauptsächlich durch die dicht und fein behaarte Oberseite und durch das Fehlen von Punktstreifen auf der Flügeldecke unterscheidet.

Biologisch ist die ausgesprochene positive Rheotaxis bemerkenswert, die das Tier, das unter Wasser dem Verschwemmtwerden ausgesetzt ist, wieder an seinen Ausgangspunkt zurückführt. Das Schwimmen an der Oberfläche kostet naturgemäß viel weniger Mühe, als die Flußaufwärtsbewegung unter Wasser erfordern würde. *Orectochilus* ragt nur sehr wenig tief ins Wasser. Sein Leib ist — ein weiterer Unterschied gegenüber *Gyrinus* — seitlich komprimiert. So erscheint das Tierchen besser als sein limnophiler Verwandter geeignet, der Strömung zum Trotz aufwärts zu schwimmen. Seine Schwimmbeine sind ähnlich gebaut wie die von *Gyrinus*, haben also die Form von kurzen, breiten Flossen.

Orectochilus villosus, der in ganz Mitteleuropa verbreitete einzige Vertreter der Gattung, wird 5,5—6,5 mm lang, ist schwarz gefärbt und zeigt Bleiglanz; die feine Behaarung ist grau, die Beine, Fühler und die ganze Unterseite zeigen rostrote Färbung.

Velia currens F. (Velia = Eigenn. oder velum = Segel?; curro = rennen) Bachläufer

Fundorte: Auf der Oberfläche klarer Gewässer, besonders auf dem Spiegel der Auswaschbecken und auf Limnokrenen.

Fang: Mit Hilfe von kleinen, nicht zu tiefen Handnetzchen.

Stellung: Die Familie der Gerrididae (*Gerris*-artige) umfaßt Wanzen der Wasseroberfläche mit silberglänzender, seidiger Bauchhaarbekleidung, frei vorragenden viergliederigen Antennen, sehr verschieden ausgebildeten Flügeln innerhalb einer Art. Von den in die gleiche Familie gehörigen Gattungen *Hydrometra* und *Mesovelia* unterscheidet sich *Velia* dadurch, daß ihre Klauen unterhalb der Spitze des letzten Tarsusgliedes in einer seitlichen Spalte inseriert sind und daß die Bewegung der Beine eines und desselben Paares gleichaktig erfolgt. Von der Gattung *Gerris* ist sie durch

einen relativ kurzen Hinterschenkel verschieden, welcher das Ende des Hinterleibes nicht erreicht, und dadurch, daß bei ihr die drei ventralen Teile des Brustabschnittes gleichartig sind, während bei *Gerris* der mittlere Abschnitt viel länger ist als die beiden andern.

Fig. 117. *Velia currens* F. Männchen. (Nach Kuhlgatz.)

Von der Gattung *Microvelia* endlich scheidet sie die relativ größere Körperlänge. *Velia*: Länge zur Breite mindestens 3 : 1, *Microvelia*: höchstens 2,5 : 1.

Velia currens ist ein vorzüglich angepaßter Wasserläufer mit kahnförmigem Körper, der vorn und hinten verjüngt erscheint. Der Fuß ist an allen drei Beinpaaren dreigliederig. Die Wanze lebt gesellig, sie läuft dank ihren kräftigen Beinen rasch. Oft zeigt sie deutliche Rheotaxis und bewegt sich gleichmäßig, nicht ruckweise der Strömung entgegen. Als Nahrung dienen zufällig aufs Wasser geratene Insekten oder andere Oberflächentiere, wie Springschwänze.

Von *Velia currens* in der Färbung etwas verschieden ist *Velia rivulorum*, die ebenfalls auf fließendem Wasser lebt. Die Mehrzahl der *Gerris*-Arten dagegen zieht ruhigere oder stehende Gewässer vor, auf fließenden finden sie sich nur ausnahmsweise ein. Auch die *Hydrometra*-, *Micro*- und *Mesovelia*-Arten sind vorwiegend auf stehenden oder ganz langsam fließenden Wasseransammlungen anzutreffen.

E. Plankton der fließenden Gewässer

Tiere des freien Wassers

Spezifische Planktonwesen des fließenden Wassers (sog. autopotamisches Plankton, *αὐτός* = selbst; *ποταμός* = Fluß) scheint es bei uns kaum zu geben.

Das sog. Potamoplankton, das in den Flüssen der Ebene eine gewisse Rolle spielt, setzt sich aus Formen der Seen und Teiche zusammen, die sich in den Altwassern massenhaft zu entwickeln vermögen und von dort her immer wieder in die Ströme gelangen.

Man unterscheidet:

1. Tychopotamisches Plankton (*τυγχάνω* = zufällig sein)

Zufällig aus stehenden Gewässern in den Fluß verschwemmte oder verirrte „Schwebe"-Formen der stehenden Gewässer, die nur hier ihre Existenzbedingungen finden und im fließenden Wasser dem Untergang geweiht sind.

Die hierher gehörenden Tiere werden im zweiten Teil dieses Praktikums behandelt.

2. Eupotamisches Plankton (*εὖ* = wohl, echt)

Planktonorganismen, die im strömenden Wasser gedeihen und sich vermehren können. Hierher gehört das autopotamische Plankton, das jedenfalls keine tierischen Mitglieder zählt. Außerdem sind eine Anzahl von Teich- und Seeformen hierher zu rechnen. Immerhin scheint es fraglich, ob sich diese Tiere auch dann, wenn die Altwasser und stillen Buchten keinen Nachschub mehr liefern könnten, in den Strömen auf die Dauer halten. Organismen, die keine Rheotaxis zeigen, sind eo ipso tychopotamisch. Rheotaktische Tiere könnte man auch zum Nekton (siehe folgenden Abschnitt) rechnen.

F. Nekton d. i. Schwimmfauna der fließenden Gewässer

Das Nekton (*νήχω* = schwimmen) der fließenden Gewässer umfaßt wohl nur Fische. Ob und in welchem Maße auch „Planktonkrebse" hierher zu rechnen sind, müssen zukünftige Untersuchungen lehren.

Nur wenige europäische Fische scheinen streng rheophil zu sein, die meisten halten sich in stehendem und fließendem Wasser auf. Viele ziehen aber das letztere vor. Die rheophilen Fische sind meist kräftige Schwimmer, die mit großer Ausdauer rheotaktisch orientiert flußaufwärts schwimmen oder sich lange Zeit durch ihre Schwimmbewegungen am Ort halten. Selbst die Jungfische sieht man oft in großen Schwärmen an Stellen mit schwacher Strömung dem fließenden Wasser „trotzen".

Beispiele: *Trutta fario* L. — Forelle, Bachforelle.
Trutta iridea Gibb. — Regenbogenforelle } eingesetzt.
Salmo fontinalis Mitchil. — Bachsaibling }
Thymallus thymallus (L.) (= vulgaris Nilss.) Äsche).

Phoxinus (Leuciscus) phoxinus (L.) (= laevis Ag.) Ellritze oder Pfrille.
Alburnus alburnus (L.) (= lucidus Heck.) Laube, Laugele.
Squalius cephalus (L.) Alet, Döbel.
Chondrostoma nasus L. Nase.
U. a.

Hierher gehören auch Wanderfische, wie:
Salmo salar Lachs.
Salmo hucho L. Huchen.
Osmerus eperlanus L. Stint.
Alosa finta (= Clupea alosa [Cu.]) Maifisch.

Manche rheophilen Fische zeigen aber eine ausgesprochene Scheu vor der Freiwasserregion und halten sich mit Vorliebe am Grunde zwischen und unter den Steinen auf.

Zu diesem unechten Nekton, das zu den Nereiden überführt, gehören

die Bachfische: Cottus gobio L. Groppe, Koppe.
Gobio gobio (L.) (= fluviatilis) Flemm. Greßling, Gründling.
Nemachilus barbatula L. Schmerle, Steinbeißer.
Petromyzon planeri Bl. Bachneunauge.

die Flußfische: Petromyzon fluviatilis L. Flußneunauge.
Barbus barbus (= fluviatilis) Cuv. Barbe.
Anguilla fluviatilis L. Flußaal.

Petromyzon (= Lampreta) planeri (Bl.) Bachneunauge, kl. Pricke, Uhle (πέτρα = Stein; μυξᾶν = saugen)

Fundorte: An Steinen in Flüssen und Bächen, vorwiegend in rascher Strömung.

Stellung: Zur Unterklasse (oder Klasse?) der Rundmäuler Cyclostomata, κύκλος = Kreis; στόμα = Mund) und daher von den gewöhnlichen Fischen stark abweichend. Das auffälligste Merkmal ist der kreisrunde, kieferlose Mund. Ferner ist merkwürdig das Fehlen der paarigen Flossen und des Kiemendeckels. Dafür findet man hinter dem Auge jederseits 7 Kiemenlöcher. Diese Merkmale im Verein mit dem Auftreten einer einzigen, mittelständigen Nasenöffnung sprechen für die Familie der Petro-

myzonidae oder Neunaugen. Für unsere Art sind charakteristisch: geringe Größe (20—30 cm) und zwei sich berührende Rückenflossen.

Lebensweise: Ein gut schwimmender Grundbewohner, der in starker Strömung auszuhalten vermag dank seiner Fähigkeit, sich an Steine anzusaugen. Ernährung: Bodentiere, zuweilen Aas.

Nahe verwandt: *Petromyzon (Lampreta) fluviatilis* L. das Flußneunauge mit getrennten Rückenflossen, wandert zwischen Meer- und Süßwasser; *Petromyzon marinus* L. steigt nur für kurze Zeit in den Unterlauf der Ströme.

Trutta fario L. (trutta latin. v. italienisch trotta = fario = Forelle)

Fundorte: Kühle, klare, schnellfließende Gewässer.

Stellung: Als Teleostier oder Knochenfisch (*τέλεος* = vollkommen; *ὀστέον* = Knochen) mit knöchernem Skelett und äußerlich nach oben und unten symmetrisch entwickelter Schwanzflosse versehen, gibt sich die Forelle als Malacopterygier (*μαλακός* = weich; *πτέρυξ* = Flosse) oder „Weichflosser" durch das Fehlen stacheliger, harter Flossenstrahlen und durch bauchständige Bauchflossen (zweites Paar Paarflossen) zu erkennen. Das Auftreten einer kurzen Fettflosse (ohne Flossenstrahlen) hinter der Rückenflosse deutet auf die Familie der Salmoniden oder Lachsartigen. Die Gattung *Trutta* (auch als Untergattung von *Salmo* aufgefaßt) kennzeichnen die bezahnte Zunge, das weite Maul, das langgestreckte, bezahnte Pflugscharbein, die kleinen Schuppen. Die Bachforelle selbst unterscheidet sich von der Regenbogenforelle durch die Färbung (rote und meist auch schwarze, oft hell umrandete Punkte, kein rotes Seitenband).

Biologisches: Der gedrungene Bau der Forelle deutet auf einen sehr gewandten, kräftigen Schwimmer, der der wildesten Strömung Trotz bietet. Doch auch sie sucht in den Wildbächen ruhige Stellen auf, von denen aus sie nur von Zeit zu Zeit Exkursionen unternimmt. Die Forelle kann als Standfisch gelten. Sie ist rheotaktisch, stenotherm und sehr sauerstoffbedürftig. Die Laichzeit fällt auf die Wintermonate (Oktober bis Januar). Die Entwicklung der relativ großen, dotterreichen Eier dauert $2^1/_2$ bis 4 Monate und ist von der Temperatur in hohem Grade abhängig. Die Forelle ist ein ausgesprochener Räuber und verschmäht sogar Fischnahrung nicht.

Verwandte: Regenbogenforelle *T. iridea* (W. Gibb.) mit rotem Seitenband, aus Amerika eingeführt; *T. trutta* (L.) Meerforelle, Wanderfisch, der zur Laichzeit aus dem Meer in den Unterlauf der Flüsse steigt (keine roten Punkte!); *T. lacustris* Seeforelle, Grundforelle, in den Alpenrandseen, wandert im Herbst und zu Beginn des Winters in die Flüsse und Bäche. — *Salmo salar* L. Lachs, Salm, bis 1,5 m lang, steigt in die Flüsse bis zu den Gebirgen. *Salvelinus fontinalis* Mitch. Bachsaibling, aus Amerika eingeführter, schnellfließendes Wasser liebender Fisch.

Thymallus thymallus (L.) (*θύμαλλος*, eine Fischart) Äsche

Fundorte: In klaren, schnellfließenden Bächen und Flüssen des Gebirgsvorlandes und der Ebene; charakterisiert den sog. „Äschenbach" (vergl. S. 13).

Stellung und Lebensweise: Die Salmoniden-Gattung *Thymallus* unterscheidet sich von den genannten Vertretern der Lachsgruppe durch eine zahnlose Zunge, eine kleine Mundspalte, größere Schuppen und durch eine sehr lange und hohe, bogenförmig gerundete Rückenflosse (mit 19—24 Strahlen!) Der davor gelegene Teil des Rückens bildet eine fast schneidende Kante. Die Äschen sind stenotherm und sauerstoffbedürftig. Sie laichen im Frühling (März bis April). Ernährung räuberisch.

Barbus barbus (L.) (= *B. fluviatilis* Cuv.) Barbe (barba = Bart, fluviatilis = flußbewohnend)

Fundorte: Flüsse und Ströme; liebt klares Wasser, in Seen meist nur in der Nähe der Zu- und Abflüsse.

Stellung: Wie *Trutta* ein Teleostier und entweder zu den Malacopterygiern (im weitern Sinne) oder zur selbständigen Unterordnung der Ostariophysi (*ὀστέον* = Knochen; *φῦσα* = Blase) zu stellen, als deren Hauptmerkmal neben der Stachellosigkeit der Flossen die Umgestaltung der ersten 4 Wirbel zur sog. Weberschen Kette gelten muß. In Mitteleuropa sind die Ostariophysi durch die beiden Familien der Siluridae (Welse) und Cyprinidae (Karpfen) vertreten. Daß *Barbus* zu den letzteren gehört, beweisen der zahnlose Mund, die zahnbewehrten unteren Schlundknochen, das Fehlen der Fettflosse, die Beschuppung mit Rundschuppen, die direkte Befestigung der Rippen an den Wirbelkörpern. Für die Gattung *Barbus* sind die weiche, wulstige Be-

schaffenheit der Lippen, die sehr kurze, nur 5—6 weiche Strahlen umfassende Afterflosse und die gleichfalls nicht lange, mit Sägestachel versehene Rückenflosse, besonders aber die vier ziemlich langen Bartfäden charakteristisch.

Biologisches: Die Barbe lebt vorwiegend auf dem Grunde der Flüsse, vermag aber sehr gut zu schwimmen; sie schmiegt sich gerne zwischen die Steine und soll nachts beweglicher sein als bei Tage. Die Laichzeit führt die Tiere zu Schwärmen zusammen. Sie fällt auf die Monate Mai und Juni.

Verwandt: *Gobio gobio* (L.) (= *G. fluviatilis* Flemm.). Gründel Greßling mit wenig wulstigen Lippen und nur 2 Bartfäden, ein ausgesprochener Grundfisch.

Andere rheophile Karpfenartige: *Alburnus alburnus* (L.) (= *A. lucidus* Heck.) Laube, Ükelei; *Leuciscus rutilus, cephalus,* L. (Telestes) *agassizii, scardinius, phoxinus; Condrostoma nasus* (L.) Nase mit knorpeliger, unterständiger Schnauze. *Nemachilus barbatula* (L.) Bartgrundel mit 6 Bartfäden, Bodenfisch.

Charaktertier der Stromunterläufe: *Abramis brama* (L.) Brachsen, Blei. Die meisten rheophilen Karpfen kommen auch im stehenden Wasser vor.

Perca fluviatilis L. Flußbarsch, Egli.

Fundorte: Flüsse und Ströme, sowie auch stehende Gewässer.

Stellung und Lebensweise: Wie *Trutta* ein Teleostier, jedoch durch ungegliederte, spitze, unverzweigte, stachelartige Flossenstrahlen der ersten Rückenflosse und durch nicht bauchständige Bauchflossen (brustständig) als Acanthopterygier gekennzeichnet (*ἀκανθώδης* = dornig; *ἄκανθα* = Stachel; *πτέρυξ* = Flosse. Als Mitglied der Percidenfamilie (Perca) besitzt der Flußbarsch einen bedornten Kiemendeckel, eine wohl entwickelte, stachlichte erste, und eine etwas kleinere, weiche zweite Rückenflosse, kammartige, am Hinterrand gezähnelte Schuppen (Ctenoidschuppen) und einen mit Bürstenzähnchen besetzten, keine Bartfäden tragenden Mund. Auf die Gattung *Perca* deutet das endständige Maul mit den vorstülpbaren Kiefern und der starke Dorn am Hinterrand des Kiemendeckels. Der Flußbarsch meidet starke Strömung, lebt aber, da er sauerstoffbedürftig ist, doch gerne in fließendem Wasser. Im stehenden liebt er festen Untergrund und

untergetauchte Pflanzen. Er ist ein Frühlingslaicher und lebt von tierischer Kost.

Verwandte: *Acerina cernua*, der Kaulbarsch, dessen beide Rückenflossen eine Einheit bilden, ein kleiner, rheophiler Barsch, vorwiegend im Unterlauf der Ströme; *Lucioperca lucioperca* (L.), Zander, Flüsse und Seen Norddeutschlands, wird bis 1 m lang, da und dort eingesetzt. Über *Aspro* siehe weiter unten.

Cottus gobio L. Groppe, Koppe, Kaulkopf (Cottus und gobio Grundfische der Alten)

Fundorte: Seichte, fließende, bisweilen auch stehende Gewässer. Fehlt auch den Wildbächen nicht.

Stellung: Wie *Perca* ein Acanthopterygier, jedoch durch die Verschmelzung des Kiemenvordeckels mit den vergrößerten Unteraugenknochen als Vertreter der Scleroparei (σκληρός = hart, fest; παρειά = Wange) oder Panzerwangen gekennzeichnet, ist *Cottus gobio* die einzige Art der einzigen Gattung *Cottus* der einzigen Familie der Cottidae in unsern süßen Gewässern.

Biologisches: Der keulenförmige, breit abgeplattete Leib, der flache Kopf und die sehr großen, schildförmig nach hinten und unten gebreiteten Brustflossen lassen den Fisch als Bodentier erkennen. Tatsächlich hält er sich mit Vorliebe an und unter Steinen auf. Er schwimmt schußweise und niemals ausdauernd. Da die Schwimmblase gänzlich fehlt, bedient er sich zum Abstoßen vom Boden seiner an Hände erinnernden bruststädigen Bauchflossen. Ein gleichzeitiger kräftiger Schlag mit beiden Brustflossen, vergleichbar einem Flügelschlag, bringt das Tier in die Region des freien Wassers, in dem es sich jedoch nur wenige Augenblicke aufhalten kann. Die Groppe ist ein gefräßiger Raubfisch und schadet durch Vertilgung von Laich und Jungfischen. Er laicht im März oder April, in der Schweiz bis Ende Mai.

Verwandte: *Cottus* steht systematisch in unserer Fischfauna isoliert da. Biologisch kommen ihm jedoch die Arten der Percidengattung *Aspro: A. zingel* (L.) Zingel; *A. streber* Sieb, Streber und *A. apron*, Apron nahe, von denen die ersten beiden im Donaugebiet vorkommen, während der letztere im Rhonebecken (Schweiz im Doubs) anzutreffen ist.

Anguilla anguilla (L.) = fluviatilis L. Flußaal

Fundorte: Am Grund der Flüsse und Ströme, sowie auch in Seen und zeitweilig im Meer.

Stellung: Vertreter der Unterordnung der Apodes (ἀ = ohne; πούς = Fuß) und daher ohne Bauchflossen. Die Gestalt weicht von der der gewöhnlichen Fische wesentlich ab und erinnert an die Schlangen oder Neunaugen. After-, Schwanz- und Rückenflosse bilden einen einheitlichen Flossensaum. Der Flußaal ist der einzige Vertreter der Gattung *Anguilla* und in unserm Gebiet der einzige Anguillide.

Biologisches: Wanderfisch, der seine Entwicklung im Meer absolviert und im Süßwasser nur unreif und fast ausschließlich im weiblichen Geschlecht angetroffen wird. Der Aal ist ein gefräßiger Bodenfisch. Seine Lebensweise ist noch nicht vollständig bekannt.

Salamandralarven

Von höheren Vertebraten kommen nur die Amphibien als echte Wassertiere in Betracht, und von ihnen ist in unserm Gebiet einzig *Salamandra maculosa* Laur, der gefleckte Erdsalamander oder Feuersalamander rheophil. Er legt seine lebendigen Jungen, die mit großen Kiemenfedern ausgestatteten graugrünlichen, etwas gefleckten Larven in die Bergbäche, hauptsächlich in die Kolkbecken der Forellenregion ab. Hier halten sich die Tiere unter und zwischen den Steinen auf, ernähren sich von allerlei kleinen Tieren und verlassen nach beendeter Verwandlung das Wasser. Die Larven sind sehr sauerstoffbedürftig und lieben das kalte Wasser. Sie vermögen schwimmend gegen die Strömung anzukämpfen, dürfen daher zum Nekton gerechnet werden.

Morphologische und physiologische Eigentümlichkeiten der rheophilen Tiere

Wiewohl die rheophilen Tiere in morphologisch-physiologischer Hinsicht meist noch ganz ungenügend untersucht sind, mag hier der Versuch gemacht werden, die hauptsächlichsten, als Anpassungen an die rheophile Lebensweise in Betracht kommenden Eigenschaften im Zusammenhang zu behandeln. Diese Ausführungen machen nicht den Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit und Vollständigkeit. Sie sind mehr als Anregung für zukünftige Studien gedacht.

I. Dorsoventrale Abplattung

Sehr verbreitet, besonders bei den Nereiden.

Beispiele: Die Ephemeridenlarven Epeorus, Ecdyurus, Rhithrogena, Heptagenia in erster, Oligoneuria, Potamanthus und Prosopistoma in zweiter Linie; die Perlidenlarven Perla, Dictyopteryx u. a., die Dipterenlarven Liponeura, speziell auch die Puppe, das Puppengehäuse von Simulium (Melusina), die Käferlarven der Gattungen Parnus, Helmis, Cyphon u. a., die Trichopterenlarven von Rhyacophila, die Gehäuse der Goërinae, der Gattung Apatania u. a., die Planarien, Glossosiphonia, besonders auch die Eikapseln, die Steinhydracarinen.

Die Vorteile der niedergedrückten, verbreiterten Gestalt. Aus den Untersuchungen der Strömungsverhältnisse in einer glatten Rinne ergibt sich, daß das Wasser nicht durch den ganzen Querschnitt gleich schnell hindurchströmt. Die Schichten unter der Oberfläche werden durch die Reibung der Luft etwas verzögert. Darunter folgt die Zone der intensivsten Bewegung, an welche sich wieder eine Schicht mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit anschließt, da sich über dem Boden mehr und mehr die Reibung geltend macht. Direkt am Grunde endlich ist die Strömung außerordentlich gering, theoretisch sogar $= 0$. Daraus ergibt sich, daß das Tier umsomehr vor den schädlichen Wirkungen der Strömung geschützt ist, je mehr es versteht,

in den schwach bewegten Schichten über dem Boden zu bleiben, je weniger weit es in die Zone der starken Strömung emporragt, d. h. je mehr es abgeflacht ist.

Dazu kommt, daß abgeflachte Tiere dem Andrang des Wassers eine schiefe Fläche entgegenstellen, welche bewirkt, daß die horizontal gerichtete Strömung als niederdrückende, anpressende und nur in geringem Grad als wegschiebende Kraft in Betracht kommt.

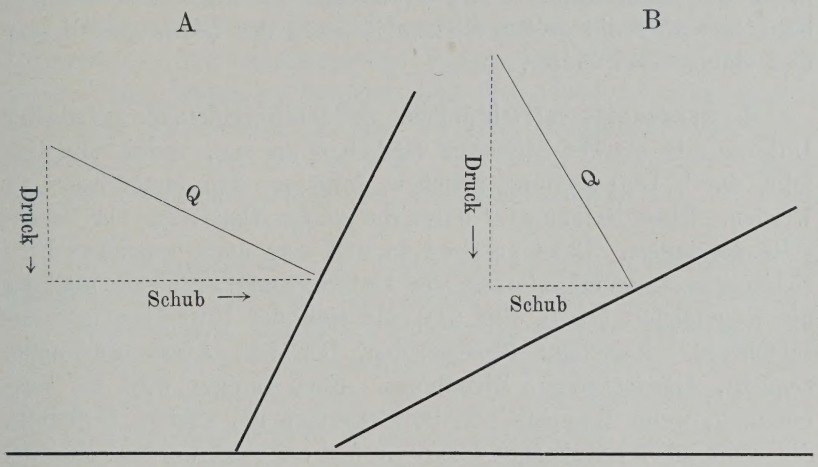


Fig. 118.

Dies soll durch die Fig. 118 veranschaulicht werden. In den beiden Fällen A und B ist die Oberfläche, die das Tier der Strömung bietet, als schiefe Ebene gedacht. Jede beliebig gewölbte Fläche entspricht in ihrem Gesamtwiderstand einer schiefen Ebene von bestimmtem Neigungswinkel. Bezeichnet man mit Q die Druckkraft, welche die Strömung auf einen Punkt der schiefen Ebene ausübt, so läßt sich dieses Q in eine „Druck"komponente senkrecht zur Unterfläche und in eine „Schub"komponente parallel zur Unterfläche zerlegen. Überwiegt der Druck, so wirkt die Strömung anpressend, im umgekehrten Fall dagegen wegschiebend. Aus der Vergleichung der beiden Figuren ergibt sich ohne weiteres, daß die Druckwirkung bei abnehmendem Neigungswinkel der Ebene rapid zu-, die Schubwirkung dagegen abnimmt.

2. Abflachung der Unterseite. Der schiebenden Kraft des strömenden Wassers wirkt die Reibung des Körpers mit der Unterfläche entgegen, die um so größer ist, je mehr Punkte des Tieres

mit dem Boden in Kontakt kommen. Daher sind die dorsoventral abgeplatteten Tiere meist auf der Unterseite völlig flach. Da aber ein abgeflachtes Tier bei gleichbleibendem Volumen an Breite gewinnt, was es an Höhe verliert, so führt die Abplattung zur

3. Vergrößerung der Adhäsionsfläche. Als besondere Organe, die diesem Zwecke dienen, mögen vielleicht die langen Schwanzfäden der Ephemeriden- und Perlidenlarven angesehen werden; besonders aber die großen Kiemenblättchen der *Rhithrogena*-Larve und einiger Verwandter.

4. Randkontaktvorrichtungen. Bei den Nereiden, die auf glatter Unterlage in starker Strömung aushalten müssen, besteht die Gefahr, durch Unterspülung gehoben, losgelöst und fortgerissen zu werden. Diese Gefahr wird durch die völlige Abplattung der Unterseite verringert. Dazu kommen da und dort noch besondere Einrichtungen zur Verhinderung der Unterspülung. Hierher gehören die Randleisten (vergl. Fig. 61), die sich der Unterlage fest anschmiegen. Beispiele: Ephemeriden, Perliden, *Liponeura*-Puppe, *Cyphon*, *Aphelocheirus*, Hirudineen. Noch inniger wird die Vereinigung, wenn Wimper- und Borstenreihen die Ränder begleiten, die während der Ruhelage dem Stein fest angelegt werden: *Helmis*, Fig. 92.

5. Retentions- und Fixationseinrichtungen. Außer den gewöhnlichen Reibungswiderständen kommen bei den meisten Rheophilen noch besondere Anpassungen in Form von Krallen und Haken, Dorn- und Säbelborsten, Kämmen und Haarkränzen vor, die als Retentionsapparate funktionieren: Hydrachniden, Stratiomyiden, Käferlarven und Käfer. Ähnlich wirken wohl auch die Bremsvorrichtungen, die in die steinernen Köcher einiger Trichopterenlarven eingebaut sind. Vergl. *Drusus*.

Besondere Erwähnung verdienen die Fixationsapparate, die einigen Steinbewohnern eigentümlich sind: die Sauggruben und muskulösen Saugnäpfe einiger Planarien, die einziehbare Kriechsohle anderer sowie der Schnecken, speziell *Ancylus*, deren Fuß sich ordentlich ansaugen kann, die Saugnäpfe der Hirudineen und der Dipteren *Liponeura*, *Pericoma* und anderer.

Da die Steinbewohner ein besonderes Interesse daran haben, dem Boden möglichst nahe zu bleiben, finden wir nicht selten Beschwerungsmittel. Es mag darauf hingewiesen werden, daß

die meisten rheophilen Trichopterenlarven aus Steinen ihre Gehäuse bauen und daß einzelne noch besondere „Beschwerungssteinchen“ anbringen: *Goëra, Silo*, Fig. 81.

6. Schwund der Schwimmvorrichtungen. Ein weiteres charakteristisches Merkmal der rheophilen Arten, die schwimmende limnophile Verwandte besitzen, ist die Rückbildung und bisweilen der völlige Schwund der Schwimmeinrichtungen: die Bachhydrachniden bilden die Schwimmhaare zurück, an den Schwanzfäden der torrentikolen Ephemeridenlarven fehlen die Fiederborsten. Die *Baetis*-Arten bilden im langsam fließenden Gewässer eine charakteristische Schwimmpalette aus, die den gebirgsbachbewohnenden *Baetis*-Larven fehlt (s. Fig. 102). Auch bei Trichopterenpuppen und bei Ostrakoden zeigen sich ähnliche Erscheinungen.

7. Schutzgehäuse. Als Schutzmittel gegen die Strömung müssen auch die Gehäuse vieler Bachtrichopteren und Tendipediden angesehen werden, wiewohl daneben als weitere Bedeutung der Schutz vor dem Gefressenwerden in Betracht kommt. Im fischarmen Hochgebirgsbach dürfte in der Regel die erstgenannte Funktion in erster Linie stehen, im langsam strömenden Ebenengewässer dagegen die letztere.

8. Geringe Körpergröße der Phytophilen. Für die Moosbewohner unter den Rheophilen kann als sehr charakteristisch der geringe Körperumfang gelten. Fast immer sind die rheophilen Arten Zwerge unter ihren Verwandten im stehenden Wasser. Beispiele: *Feltria* und *Aturus*, die kleinsten Hydrachniden und gleichzeitig die echtesten Bachformen; Käfer: *Helmis, Limnius, Hydraena*; Schnecken: *Limnaea truncatula, Bythinella.* Tendipediden (siehe S. 137). Die Moosfauna ist nach Thienemann besonders im Sommer reich an jugendlichen Larven, die zu verschiedenen Insektenspezies gehören und später, im erwachsenen Zustand, zur Steintierwelt zählen. Auch die Flohkrebse halten sich, so lange sie klein sind, mit Vorliebe in den Bachpflanzen auf und das gleiche gilt für die Bachtrikladen.

9. Kletterorgane der Phytophilen. Ebenso kräftig wie bei den Steinformen, vielleicht in einzelnen Fällen noch kräftiger, sind die Retentionsapparate der Phytophilen entwickelt. Die mannigfaltigen

Borsten, Kämme und Klauen sind meist als Klettereinrichtungen aufzufassen, teilweise dienen sie wohl auch zum Verankern.

10. Der Wirkung des fließenden Wassers, der Gefahr des Verschwemmtwerdens am besten entzogen sind die Schlammbewohner. Sie zeigen daher im großen und ganzen wenige charakteristische rheophile Merkmale. Einzelne mögen die Fähigkeit, in bewegtem Wasser zu leben, gerade ihrer Vorliebe für das Schlammleben verdanken. Einige Oligochaeten scheinen in stehendem Wasser häufiger auf, im fließenden dagegen vorwiegend in dem Schlamm zu leben. Sie entziehen sich wohl gerade dadurch, daß sie sich eingraben, der Gefahr des strömenden Wassers.

Außer den besprochenen morphologischen zeigen die Rheophilen noch eine ganze Reihe auffälliger biologischer und physiologischer Besonderheiten.

II. Bewegung. Merkwürdig ist die große Zahl der Sessilen unter den Bewohnern des fließenden Wassers. Viele haben die Lokomotion während bestimmter Lebensabschnitte, andere dauernd aufgegeben. Dauerfixation finden wir besonders bei denjenigen Stadien, deren Lebenstätigkeit herabgesetzt ist: bei Eiern und Puppen. Fast ausnahmslos befestigen die Rheophilen ihren Laich mit großer Sorgfalt an Steinen oder Wasserpflanzen. Sehr schwer loszulösen sind z. B. die Kokons der Hirudineen und die Eikapseln mancher Planarien.

Auch die Puppen der holometabolen Insekten wie *Liponeura*, *Simulium* (*Melusina*), die von *Rhyacophila* und anderer Trichoptera sind fest mit der Unterlage verklebt.

Aber selbst während des aktiven Lebens halten sich viele Formen tagelang still. Da ihnen das fließende Wasser meist die Nahrung zuführt, wird die Lokomotion überflüssig. Einzelne Larven beziehen sogar ein an der Unterlage befestigtes Gehäuse, aus welchem sie nur ausnahmsweise hervorkriechen. Dies gilt besonders für die netzspinnenden Köcherfliegen und für die *Tanytarsus*-Larven der Steinfauna.

Recht spärlich treten an bewegten Stellen der Gewässer Schwimmer auf. Die Fische raschfließender Bäche ziehen es mit wenigen Ausnahmen vor, zwischen den Steinen des Untergrundes zu kauern (*Cottus gobio*, *Gobius fluviatilis* u. a.). Andere halten

sich gerne in tiefen Auswaschbecken mit geringer Strömung auf. An ähnlichen Stellen trifft man auch gelegentlich Verirrte aus Tümpeln und Seen: Schwimmkäfer und Wanzen, die auf ihren Flügen in den Bach geraten sind. Die große Mehrzahl der beweglichen Rheophilen zeigt kriechende oder gehende Lokomotion.

Die gehenden Insektenlarven aus der Gruppe der Ephemeriden und Perliden, die der Steinfauna angehören, haben besonders mit der Gefahr der Unterspülung zu rechnen. Daher wird bei ihnen im Gegensatz zu den andern Insekten der Körper nicht von der Unterlage abgehoben. Während gewöhnlich sonst die Vorderextremität ziehend, die mittlere tragend und die hintere schiebend wirkt, ziehen hier alle drei Paare, sind daher parallel gestellt und, damit die Unterseite der Tiere nicht abgehoben wird, seitlich inseriert.

Ganz Ähnliches wird bei der eigenartigen Bachmilbe *Hydrovolzia* beobachtet.

Besonders vollkommen sind die Formen angepaßt, deren schildförmiger Körper während des Laufens mit seinem Kontaktrand der Unterfläche angeschmiegt bleibt (Larve von *Cyphon*, Elmiden, *Prosopistoma foliaceum*).

Alle kriechenden Formen zeigen in fließendem Wasser die Tendenz, möglichst innig mit der Unterlage in Kontakt zu bleiben. Dies geschieht z. B. durch Ausbildung besonderer Klebzellen bei Planarien, durch Umbildung des Kriechfußes zu einer Art von Saugnapf bei Mollusken, speziell bei *Ancylus*.

Besondere Saugnäpfe kommen den Egeln zu, bei denen sie aber nicht ausschließlich zur Fortbewegung, sondern auch zur Befestigung an Wirtstieren dienen mögen. Ganz besonders fallen die Saugnäpfe gewisser Dipterenlarven an die Augen, z. B. die von *Liponeura* (siehe S. 123. Fig. 89).

Zur Vermehrung der Kontaktpunkte wird oft Schleim ausgeschieden, der so zäh ist, daß er als Klebmittel gelten kann. Eine Anzahl von Larven: *Simulium (Melusina), Helicopsyche* und einige Tendipediden spinnen Schleimfäden, in denen sie sich verankern.

12. Atmung. Neben der Bewegung müssen sich auch andere Funktionen des rheophilen Organismus an die speziellen Eigentümlichkeiten des bewohnten Mediums anbequemen.

So fehlt z. B. den meisten Rheophilen die Tätigkeit der Atmung atmosphärischer Luft. Dies hängt mit ihrem Unvermögen zusammen, schwimmend die Oberfläche des Wassers zu erreichen. Nur die

Bewohner sehr seichter Gewässer (vergl. hygropetrische Fauna, II. Teil dieses Praktikums) sowie die Tiere des Mooses sind zur Seltenheit imstande, zur Luftatmung überzugehen; einige können abwechslungsweise durch Tracheen und Kiemen atmen: *Helmis* und *Helodes*-Larven.

Ein Blick auf die Wasseratmungsorgane der Rheophilen lehrt, daß hier im Vergleich zu den Formen des stehenden Wassers gespart worden ist. Der Sauerstoffreichtum des bewegten Wassers macht die Ausbildung komplizierter Kiemen mit besonderen Oberflächenvergrößerungen überflüssig. Je ausgeprägter die Vorliebe für rasche Strömung ist, umso geringer sind die Kiemen entwickelt. Das zeigt sich z. B. bei den Ephemeriden. Viele kleinere Formen brauchen gar keine besonderen Atmungsorgane, da bei ihnen die Perspiration (Hautatmung) ausreicht.

13. Ernährung. Die Ernährung der Rheophilen richtet sich vorwiegend nach den vorhandenen Pflanzen. Sie ist im pflanzenarmen Oberlauf der Gebirgsbäche vorwiegend auf Tiere und auf Detritus angewiesen, während sich im Unterlauf bald reichliche Algen- und Moos-, später auch Phanerogamenvegetation einstellt. Da nun manche Pflanzen von den Jahreszeiten abhängig sind und während des Winters absterben, wird auch die Tierwelt, die herbivore und die von ihr abhängige karnivore, umso mehr von jahreszeitlichen Einflüssen betroffen, je mehr sie dem Unterlauf angehört. In den Quellen und Hochgebirgsbächen ist die Tierwelt jahraus jahrein in gleicher Zusammensetzung und nahezu gleicher Individuenmenge vertreten, im Mittelgebirgsbach und besonders auch in der Ebene machen sich die Jahreszeiten bemerkbar und zwar treten einerseits Sommerformen, andererseits winterliche Typen auf. Dies zeigt uns, daß die Periodizität nicht allein von der Pflanzenwelt, sondern auch von direkten Temperatureinflüssen abhängig ist.

Es scheint, daß das Nahrungsbedürfnis der Rheophilen, speziell der Bachtiere relativ gering ist. Jedenfalls sind sie meist zu sehr langdauerndem Hunger befähigt. Dies läßt sich in Kulturen leicht nachweisen.

14. Fortpflanzung und Entwicklung. Von der Ernährung ist wohl auch meist die Fortpflanzung abhängig. Sie ist bei den perennierenden Formen weniger ergiebig als bei den intermittierenden, bei denen die kurze Lebensdauer und die sich oft über Monate

ausdehnende Eiruhe besonders reichlicher Vermehrung ruft. Einige Bachtiere, speziell gewisse Hydracarinen fallen gegenüber ihren Verwandten aus Teich und Tümpel durch die Größe und spärliche Anzahl ihrer Eier auf. Es scheint, daß sich in diesen Rieseneiern eine besonders langgedehnte Entwicklung abspielt, und daß die Larven in relativ fertigem Zustand ausschlüpfen, wohl gerüstet für den Kampf mit den schwierigen Lebensbedingungen des Gebirgsbaches.

Herkunft der rheophilen Fauna

Der zweite Teil des vorliegenden Praktikums soll ein ausführliches Kapitel über zoogeographische Fragen enthalten, soweit sie die Süßwassergeschöpfe betreffen. An dieser Stelle wollen wir uns auf eine kurze Besprechung der Herkunft der rheophilen Tiere beschränken.

Vergleicht man die Geschöpfe der Flüsse und Bäche mit denen der Tümpel und Seen, so gewinnt man den Eindruck, daß die Rheophilen von Formen des stehenden Wassers abstammen. Außer Frage steht dies bei den zahlreichen Ubiquisten, deren bevorzugte Lebensbezirke die Sümpfe, Gräben und Seen sind, die es aber dank ihrer Anspruchslosigkeit und Unempfindlichkeit dazu gebracht haben, fließende Gewässer zu bewohnen. Rechnen wir hierher nur Arten, die in fließendem und stehendem Wasser in genau gleichen Formen auftreten, die also keinerlei morphologische Anpassungen an die Strömung zeigen, so dürfen wir sie nicht zu den Rheophilen zählen. Es sind vielmehr Zufallsgäste des fließenden Mediums, selbst wenn sie ziemlich regelmäßig und in großer Individuenzahl auftreten. Welche Gründe mögen wohl diese „erratischen“ Fluß- und Bachtiere zur Auswanderung aus ihren in vielen Beziehungen viel günstigeren Lebensbezirken veranlassen? Meist handelt es sich um Formen mit starkem Expansionsbestreben, bei denen es häufig zur Massenvermehrung und Übervölkerung kommt. Tritt noch dazu leichte Verbreitungsmöglichkeit — aktive und passive — so erklärt es sich, daß die den Sümpfen und Seen benachbarten Bäche und Flüsse größere oder kleinere Kontingente zugewiesen erhalten. Wenn ständig für neuen Nachschub gesorgt wird, und wenn andrerseits die Tiere unter den neuen Bedingungen lebens- und vermehrungsfähig sind,

so mögen sie sich zu einem wesentlichen Bestandteil der Fluß- oder Bachfauna entwickeln. Die einen haben vielleicht dauernden Nachschub nötig, um sich zu halten, andere mögen sich ordentlich einbürgern.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Frage nach der Herkunft der Tiere, die ausschließlich oder vorwiegend im fließenden Wasser vorkommen, denen also das Leben in Tümpel und See nicht zusagt. Diejenigen, die sich nur durch geringe Abweichungen von verwandten Formen des stehenden Wassers unterscheiden, dürfen vielleicht einfach als rheophile Modifikationen, rheophile Rassen aufgefaßt werden, ohne daß mit diesen Bezeichnungen etwas über ihre systematische Stellung ausgesagt sein soll. Sie dürfen als völlig eingebürgerte und den neuen Lebensbedingungen angepaßte Nachkommen erratischer Tiere aufgefaßt werden, deren limnophile Abkömmlinge noch heute in See und Teich vorkommen. Über den Zeitpunkt der rheophilen Anpassung wird sich kaum je etwas aussagen lassen. Noch größere Schwierigkeiten bietet das Problem des Ursprungs jener extrem angepaßten Formen, die im stehenden Wasser keinerlei nähere Verwandte haben: die plattgedrückten Hydrachniden, Perliden und Ephemeriden, die Dipteren *Liponeura* und *Melusina*, die Rhyacophiliden und Potamophiliden unter den Trichopteren u. a. Wenn wir auch annehmen, daß diese Rheophilen sehr alte Bewohner des fließenden Wassers sind, vielleicht schon die Bäche der mesozoischen Zeit bewohnt haben, so haben wir damit die Frage nur zeitlich verschoben. Schließlich muß auch diese Gruppe einmal in das fließende Wasser eingewandert sein, wenn wir nicht annehmen wollen, daß sie primär rheophil sind. Wenn sie von der heutigen limnophilen Fauna nicht abgeleitet werden können, so müssen wir sie wohl auf eine frühere zurückführen, auf eine Tümpel- und Seetierwelt, die in älteren erdgeschichtlichen Perioden gelebt hat und inzwischen entweder ausgestorben ist oder sich so stark umgebildet hat, daß die Verwandtschaft nicht mehr nachgewiesen werden kann.

Bei manchen Gebirgsbachtieren, die sich biologisch durch Vorliebe für tiefe Temperaturen und durch Verlegung der Fortpflanzungszeit auf die kalte Jahreszeit auszeichnen, die außerdem besondere Verbreitungsverhältnisse zeigen (Vorkommen im Norden, in den mitteleuropäischen Gebirgen und in den Alpen, Fehlen in der Ebene und im Süden der Alpen) liegt die Vermutung nahe, daß sie zum Bestand der eiszeitlichen Fauna gehörten. Sie wären

also infolge der postglazialen Klimaveränderung in den wärmeren Lagen verschwunden und hätten sich einzig an gewissen Fundstellen mit tiefer konstanter Temperatur, sowie in den klimatisch noch heute „eiszeitlichen“ Gebirgen der Alpen und des hohen Nordens erhalten. Ob aber diese Überbleibsel der mitteleuropäischen Eiszeitfauna während der Eiszeit noch Tümpelbewohner gewesen oder ob sie schon präglazial rheophil geworden sind, wird sich kaum entscheiden lassen. Überhaupt scheint jede tiergeographische Spekulation über die Eiszeit hinaus nach rückwärts auf europäischem Gebiet auf unüberwindliche Schwierigkeiten zu stoßen. Wir wollen uns daher an dieser Stelle mit der wenigstens wahrscheinlichen Annahme begnügen, daß jene stenothermen Bachorganismen, die keine näheren Verwandten im stehenden Wasser haben, auf europäischem Gebiet die Eiszeit mitgemacht haben und nicht erst später von andern Gegenden eingewandert sind. Über den Zeitpunkt ihrer Einwanderung ins fließende Wasser ist damit nichts ausgesagt.

Literatur über rheophile Organismen.

Arbeiten allgemeineren Inhalts über mehrere Tiergruppen; Biocoenotischer und zoogeographischer Gesichtspunkt, Flußverschmutzung.

(Arbeiten über einzelne Gruppen findet man bei Lampert, Nr. 16 des Literaturverzeichnisses.)

1. Bornhauser, Konr., Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels. In: Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrographie. Biol. Suppl. V. Ser. 1912. 90 S. 2 Doppeltafeln u. 1 Karte.
2. Brauer, A., Die Süßwasserfauna Deutschlands. Jena 1909. G. Fischer.
3. Brunnthaler, J., Planktonstudien: I. Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. In: Verhandl. d. k. k. zool. bot. Gesellsch. in Wien 56. 1900.
4. Frédéricq, L., La faune et la flore glaciaires du plateau de la Baraque-Michel. Bullet. acad. roy. de Belgique, cl. d. sciences 4. 1904.
5. Frič, A., u. Vávra, V., Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. Arch. f. naturwiss. Landesdurchforschung von Böhmen; Bd. 2. 2. Teil. 1873.
6. Frič, Ant., u. Vávra, F., Untersuchung des Elbeflusses und seiner Altwässer. In: Arch. naturwiss. Landesdurchforschung von Böhmen II. 1901.
7. Fritsch, F. E., Algological notes: VI. The Plancton of some English rivers. In: Annal. of Botany 19. 1905.
8. Hentschel, E., Das Leben des Süßwassers. München 1909. 336 S.
9. Hofer, B., Über die Vorgänge der Selbstreinigung im Wasser. In: Münchener Med. Wochenschrift 1905.
10. Hulwa, F., Die Selbstreinigung der Flüsse. Zeitschr. f. Fischerei 1905.
11. Kofoid, C. A., The plancton of the Illinois River. 1894—99 with introductory notes upon the Hydrography of the Illinois River and its basin. In: Bullet. Ill. State Lab. Nat. Hist. 6. 1903.
12. Kolkwitz, R., Über die Bedeutung der Biologie für die Beurteilung des Wassers. In: Ber. deutsch. pharmac. Gesellsch. 12. 1902.
13. Kolkwitz, R., u. M. Marsson, Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 7. 1908.
14. Kolkwitz, R., u. M. Marsson, Ökologie der tierischen Saprobien. Intern. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrographie Bd. II. 1909.
15. Kraepelin, K., Die Fauna der Umgegend Hamburgs. In: Hamburg in naturw. u. med. Beziehung. 1901.
16. Lampert, K., Das Leben der Binnengewässer. 2. Aufl. Leipzig 1909.

17. Lauterborn, R., Das Projekt einer schwimmenden biologischen Station zur Erforschung des Tier- und Pflanzenlebens unserer Ströme. In: Verhandl. des V. Internat. Zoologen-Kongresses Berlin 1901.
18. Lauterborn, R., Beiträge zur Mikrofauna und Flora der Mosel. In: Zeitschr. f. Fischerei 9. 1901.
19. Lauterborn, Rob., Beiträge zur Fauna und Flora des Oberrheins und seiner Umgebung II. Faunistische und biologische Notizen. Pollichia Jahrg. 1904.
20. Lauterborn, R., Berichte über die Ergebnisse der biolog. Untersuchung des Rheins auf der Strecke Basel-Mainz 1907 ff. In: Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt.
21. Lauterborn, R., Die Verunreinigung der Gewässer und die biologische Methode ihrer Untersuchung. Ludwigshafen 1908.
22. Lemmermann, E., Das Plankton der Weser bei Bremen. In: Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk. 1907.
23. Marsson, M., Berichte über die Ergebnisse der biolog. Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz-Coblenz. In: Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt 1907 ff.
24. Meißner, V., Das Plankton des Aralsees und der einmündenden Flüsse und seine vergleichende Charakteristik. In: Biolog. Centralblatt 27. 1907.
25. Neeracher, F., Die Insektenfauna des Rheins und seiner Zuflüsse bei Basel. In: Revue Suisse de zoologie 18. 1910.
26. Pascher, Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Jena. G. Fischer 1913/14.
27. Schiemenz, P., Vergleichung der Fruchtbarkeit von Seen und Flüssen. Fischereiverein d. Prov. Brandenburg. Neudamm (1911).
28. Schwarz, von, Die Quellen und Wässer des Seebergs bei Gotha. In: Naturwissenschaftliches und Geschichtliches von Seeberg. Gotha 1901. S. 58—68.
29. Skorikow, A. S., Die Entstehung des Potamoplanktons in Rußland. In: Biol. Centralblatt 22. 1902.
30. Spitta, O., Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hygiene 1900.
31. Steinmann, P., Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Ann. Biologie lacustre II. 1907. S. 30—150.
32. Steinmann, P., Die neuesten Arbeiten über Bachfauna (Sammelbericht). In: Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrographie II. 1909. S. 241—246.
33. Steuer, A., Planktonkunde. Berlin u. Leipzig. Teubner 1910.
34. Stockmayer, S., Das Leben des Baches. In: Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1894.
35. Thienemann, Aug., Die Tierwelt der kalten Bäche und Quellen auf Rügen. In: Mitt. nat. Ver. Neuvorpommern u. Rügen 38. 1906. Sep. S. 1—31.
36. Thienemann, Aug., Das Vorkommen echter Höhlen- und Grundwassertiere in oberirdischen Gewässern. Ein Erklärungsversuch. In: Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde IV. 1908. S. 17—36.
37. Thienemann, Aug., Über Glacialrelikte aus der heimischen Süßwasserfauna. In: Sitzungsber. Med. nat. Ges. Münster i. W. 1910. S. 2—4.

38. Thienemann, Aug., Beiträge zur Kenntnis der westfälischen Süßwasserfauna IV. Die Tierwelt der Bäche des Sauerlandes. In: Jahresber. d. westf. Prov.-Ver. f. Wissensch. u. Kunst. 40. 1911/12.
39. Thienemann, Aug., Der Bergbach des Sauerlandes, Faunistisch-biologische Untersuchungen. In: Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. Biol. Suppl. IV. Ser. 1912.
40. Thienemann, Aug., Wesen, Wert und Grenzen der biologischen Wasseranalyse. In: Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel sowie Gebrauchsgegenst. Bd. 27. 1914.
41. Ulmer, G., Aus Seen und Bächen. Die niedere Tierwelt unserer Gewässer. In: Naturwissensch. Bibliothek f. Jugend u. Volk. 1914.
42. Voigt, W., Überreste der Eiszeitfauna in mittelrheinischen Gebirgsbächen. In: Verhandl. des 14. Geogr.-Tages in Köln 1903.
43. Volk, R., Allgemeines über die biolog. Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. In: Jahrb. d. Hamburg. wissensch. Anstalten. 19. Bd. 1901.
44. Volk, R., Hamburgische Elbuntersuchung. In: Mitt. a. d. Naturhist. Mus. Hamburg. Beihefte z. Jahrb. d. Hamb. wiss. Anst. 18—23. 1901—1906.
45. Wilhelmi, J., Die biologische Selbstreinigung der Flüsse. In: Weyls Handbuch der Hygiene. Bd. II. 1914.
46. Zacharias, O., Zur Kenntnis der Mikrofauna fließender Gewässer. In: Biolog. Centralblatt 7. 1888.
47. Zacharias, O., Das Potamoplankton. In: Zoolog. Anzeiger 21. 1898.
48. Zimmer, Carl, Über tierisches Potamoplankton. In: Biolog. Centralblatt Bd. 18, Nr. 14. 1898.
49. Zimmer, Carl, u. B. Schröder, Das Plankton des Oderstromes. In: Forschungsber. Biol. Stat. Plön 7. 1899.
50. Zschokke, F., Die Tierwelt der Hochgebirgsseen, Kap. über die Fauna der Hochgebirgsbäche. Neue Denkschriften d. schweiz. naturf. Ges. 37. 1900.
51. Zschokke, F., Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Chur 1900.
52. Zschokke, F., Die Tierwelt der Schweiz in ihren Beziehungen zur Eiszeit. Basel 1901.
53. Zschokke, F., Die Tierwelt eines Bergbaches bei Säckingen im südlichen Schwarzwald. Mitt. des badischen zool. Vereins 11/12. 1902.
54. Zschokke, F., Die postglaziale Einwanderung der Tierwelt in die Schweiz. Verhandl. schweiz. naturf. Ges. Freiburg 1907.
55. Zschokke, F., Die Beziehungen der mitteleuropäischen Tierwelt zur Eiszeit. Verhandl. d. deutsch. zool. Ges. 1908.
56. Zschokke, F., Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas. Eine geographisch-faunistische Studie. Leipzig. Monographien und Abhandl. zur Internat. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrographie Bd. IV. 1911.

Übersicht der besprochenen Pflanzen und Tiere in systematischer Gruppierung

A. Pflanzen

I. Spaltpflanzen

	Seite		Seite
Beggiatoa alba	29	Cladothrix dichotoma	31
Crenothrix polyspora	29	Rivularia haematites	31
Chlamydothrix ochracea	31	Desmonema Wrangelii	32
Gallionella ferruginea	31	Phormidium	33
Sphaerotilus natans	31	Oscillatoria	33

II. Algen

Fragillaria virescens	33	Lemanea torulosa	40
Diatoma vulgare	34	Lemanea fluviatilis	40
Tabellaria fenestrata	35	Hildenbrandia rivularis	41
Tabellaria flocculosa	35	Rhodoplax Schinzii	41
Synedra ulna	35	Lithoderma fontanum	41
Ceratoneis arcus	35	Draparnaldia glomerata	42
Cymbella	35	Chaetophora incrassata	43
Encyonema	35	Stigeoclonium tenue	44
Gomphonema	36	Chlorotylium cataractarum	45
Cocconeis pediculus	36	Ulothrix zonata	45
Melosira varians	36	Oedogonium	45
Hydrurus foetidus	36	Cladophora glomerata	46
Bangia atropurpurea	37	Vaucheria sessilis	47
Batrachospermum moniliforme	38		

III. Pilze

Leptomitus lacteus	47		

IV. Flechten

Verrucaria hydrela	48	Jonaspis suaveolens	49
Verrucaria elaeomelaena	48	Hadubrandia decipiens	49

V. Moose

Fontinalis antipyretica	49	Fontinalis squamosa	50
Fontinalis antipyretica fo. vulgaris, tenuis, gracilis	50	Cinclidotus	50
		Ceratoneurum commutatum	51

VI. Phanerogamen

	Seite		Seite
Ranunculus fluitans	51	Berula angustifolia	57
„ flaccidus	53	Helosciadium nodiflorum	60
„ aquatilis	53	Veronica Anagallis	61
„ circinatus	53	„ aquatica	61
Potamogeton densus, var. serratus, var. setaceus.	54	„ Beccabunga	62
Potamogeton pectinatus	56	Mentha aquatica	63
„ natans	55	Nasturtium officinalis	63
„ fluitans	55	Sparganium simplex	64
„ perfoliatus	55	Scirpus lacustris	65
„ lucens var. longifolius	55	Butomus umbellatus	65
Oenanthe fluviatilis, aquatica	56	Sagittaria sagittifolia fo. vallisneriifolia	65

B. Tiere

I. Spongien (Schwämme)

Ephydatia fluviatilis	71	Ephydatia mülleri	73

II. Cnidarier (Nesseltiere)

Hydra vulgaris	75		

III. Bryozoen (Moostiere)

Plumatella fungosa	73	Lophopus crystallinus	75

IV. Platodarien (Plattwürmer)

Planaria alpina	77	Polycelis cornuta	79
Planaria gonocephala	80	Dendrocoelum lacteum	80
Planaria lugubris	80		

V. Nemathelminthen (Fadenwürmer)

Gordius aquaticus	141		

VI. Anneliden (Ringelwürmer)

Haplotaxis gordioides	142	Glossosiphonia complanata	80
Tubifex tubifex	143		

VII. Gastropoden (Schnecken)

Ancylus fluviatilis	81	Planorbis contortus	131
Acroloxus lacustris	83	Lithoglyphus naticoides	144
Limnaea ovata, peregra, truncatula	83, 84	Neritella fluviatilis	84
Physa fontinalis	130	Bythinella dunkeri	85

VIII. Bivalven (Muscheln)

Pisidium pusillum	145	Unio margaritiferus	146
Pisidium ovatum	145	Sphaerium rivicola	146
Anodontites complanata	145		

IX. Crustaceen (Krebse)

	Seite		Seite
Chydorus sphaericus	132	Carinogammarus fluviatilis	88
Ilyocryptus	132	Asellus aquaticus	133
Cypria ophthalmica	131	Potamobius astacus, torrentium, pallipes	88, 89
Potamocypris	132	Cambarus	90
Paracypridopsis	132		
Gammarus pulex	86		

X. Hydracarinen (Wassermilben)

Panisus torrenticolus	90	Lebertia sparsicapillata	95
Aturus scaber	92	„ papillosa	95
Feltria armata	93	„ subtilis	95
Sperchon glandulosus	94	„ porosa	95

XI. Ephemeriden (Eintagsfliegen)

Ecdyurus forcipula	95	Baetis rhodani	133
Heptagenia	100	„ alpinus	135
Epeorus	100	Ephemera danica, vulgata	141
Rhithrogena semicolorata	100	Polymitarcis	148
Oligoneuria rhenana	101	Palingenia	148

XII. Plecopteren (Steinfliegen, Afterfrühlingsfliegen)

Perla cephalotes	103	Perlodes microcephala	106
„ marginata	106	Isopteryx	106
„ maxima	106	Nemura variegata	106
„ abdominalis	106	Leuctra klapaleki	107
Chloroperla grammatica	106	Taeniopteryx trifasciata	107

XIII. Neuropteren (Netzflügler)

Sialis flavilatera 148

XIV. Trichopteren (Haarflüger, Köcherfliegen)

Rhyacophila vulgaris	108	Brachycentrus subnubilus, montanus	117
Glossosoma boltoni	112	Helicopsyche	117
Agapetus	112	Thremma gallicum	117
Oxyethira frici	113	Stenophylax latipennis	118
Philopotamus ludificatus	113	Drusus trifidus	119
Polycentropus	114	Potamorites biguttatus	119
Plectrocnemia	114	Ptilocolepus granulatus	136
Hydropsyche lepida	115	Chaetopterygopsis maclachlani	136
Odontocerum albicorne	116		
Silo, Goëra	116		

XV. Dipteren (Zweiflügler)

Simulium reptans	119	Pericoma canescens	136
Liponeura brevirostris	123	Liriope contaminata	149
Tanytarsus pentapoda	125	Calliophrys riparia	137
Orthocladius	126		

XVI. Hemiptera (Halbflügler, Wanzen)

	Seite		Seite
Aphelocheirus aestivalis . . .	127	Velia rivulorum	152
Velia currens	151		

XVII. Coleopteren (Käfer)

Hydraena gracilis	138	Riolus	140
Helmis maugei	139	Macrorhynchus	140
Stenelmis	140	Orectochilus villosus	150
Esolus	140	Cyphon	127
Latelmis	140	Hydrocyphon	127

XVIII. Pisces (Fische)

Petromyzon planeri	154	Chondrostoma nasus	157
P. fluviatilis, marinus	155	Nemachilus barbatula	157
Trutta fario	155	Abramis brama	157
T. iridea, trutta, lacustris . . .	156	Perca fluviatilis	157
Salmo salar, S. fontinalis . . .	156	Acerina cernua	158
Thymallus thymallus	156	Lucioperca lucioperca	158
Barbus barbus	156	Aspro zingel, streber, apron . .	158
Gobio gobio	157	Cottus gobio	158
Alburnus alburnus	157	Anguilla anguilla	159
Leuciscus rutilus, cephalus u. a. .	157		

XIX. Amphibien (Lurche)

Salamandra maculosa 159

Sachregister

(Die fettgedruckten Zahlen weisen auf die Spezialbesprechungen der betreffenden Arten)

A

Abramis brama 157
Acanthopterygier 157 ff.
Acarinen 90
Acerina cernua 158
Acroloxus lacustris 76, **82**, **83**
Aesche 153, **156**
Aeschenbach 13
Agapetus 112
Amphipoda 86
Ancylidae 82
Ancylus **82**, 130, 162
— capuloides 82
— expansilabris 82
— fluviatilis 76, **81**, 103, 118
— orbicularis 82
Anneliden 80
Anguilla fluviatilis 154, **159**
Anguilliden 159
Anodontites complanatus 141, **145**
— mutabilis 146
Anthomyiden 138
Alaunkarmin 24
Alburnus alburnus 154, **157**
— lucidus 154, **157**
Alet 154, **157**
Algenkulturen 26
Alisma plantago 26
Alkoholkonservierung 21, 22
Alosa finta 154
Apatania 160
Aphelocheirus 162
— aestivalis 77, **127**
— montandoni 129
Apodes 159
Aponogeton distachyus 26
Apron 158
Arhynchobdella 81
Armwirbler 74
Arthrostraca 86
Asci 48
Ascomyceten 48
Aselliden 133
Asellus aquaticus 130, **133**
Asphyxie 6
Aspro apron 158
— streber 158
— zingel 158
Astacus fluviatilis s. Potamobius
Atractides spinipes 94
Aturinae 93
Aturus 163
— scaber 76, 92
Aulosireae 33
Autopotamisches Plankton 152
Autotroph 7
Azolla filiculoides 26

B

Bachforelle 153, **155**
Bachneunauge 154
Bachsaibling 153, **156**
Bacillariaceen 33
Bacillariales centricae 36
Baetis 163
— alpinus 135
— rhodani 130, **133**

Bangiaceen 38
Bangiales 38
Barbenfluß 14
Barbus barbus 154
— fluviatilis 154, **156**
Basommatophora 82
Batrachium s. Ranunculus
Batrachospermum moniliforme 38, 39
— vagum 40
Beggiatoa 33
— alba 29
Beggiatoaceae 29
Benzol 23
Berula 63, 70
— angustifolia **57 ff.**, 70
Bangia atropurpurea 37 ff.
Blei 137
Blepharoceriden 123
Boraxkarmin 24
Brachsen 157
Brachsenfluß 14
Brachycentrinae 117
Brachycentrus montanus 76, **117**
— subnubilus 76, **117**
Brunnenfaden 30
Bryozoen 73 ff.
Butomus umbellatus 65
Bythinella 163
— dunkeri 76, 85
Bythinia tentaculata 144

C

Cabomba aquatica 25
Calliophrys riparia 130, **137**
Callitriche 69
— aquatica 25
Cambarus 90
Campodeide Larve 109, 110
Candona 132
Carinogammarus 88
Carpogon 38
Carterius 72
Ceratoneis arcus 35
Ceratophyllum demersum 25
Chantransia 39
— chalybaea 39
Chaetophora cornu-damae 43, 44
— incrassata 43, 44
— tuberculata 44
Chaetophoraceen 42
Chaetopterygopsis Maclachlani 130
Chalciphil 8
Chalciphob 8
Chironomiden 125
Chironomus s. Tendipes 125
Chlamydothrix ochracea 31
Chloroperla grammatica 76, **106**
Chlorophyceen 42
Chlorotylium cataractarum 44, 45
Chrysocapsales 36
Chrysomonadinen 36
Chydorus sphaericus 130, **132**
Cinclidotus **50**, 57
Cladoceren 132
Cladophora 26, 36, **46**
— glomerata **46**
Cladothrix dichotoma 31
Cloëon dipterum 135
Clupea alosa 154
Cocconeïs pediculus 34, 36
Cottidae 158
Cottus gobio 154, **158**, 164
Cratoneurum commutatum 51
Crenothrix polyspora 29
Cricotopus fuscipes 137
Crustaceen 86
Cyanophyceen 31
Cyclorhapha 138
Cyclostomata 154, 155
Cymbella 35
— coespitosa 35
— cuspidata 35
Cyphon **127**, 160, 162, 165
Cypria ophthalmica 130, 131
Cypridae 131
Cypriniden 156
Cystococcus 48

D

Dauerpräparate 22
Dekapoden 89
Dendrocoelum lacteum 76, **80**
Desmonema wrangelii 32

Diatoma vulgare 34
Diatomeen 33
Dictyopteryx 160
Diplodontus decipiens 94
Döbel 154, **157**
Dohlenkrebs 90
Draparnaldia glomerata 42
Drusus 162
— trifidus 77, **119**
Dryopiden 140
Dryopinae 140

E

Ecdyuriden 96
Ecdyurus 134, 147, 160
— forcipula 76, **95**
Ectocarpaceen 42
Ectoprocta 73
Edelkrebs 88
Edriophthalmen 86
Egli 157
Eichhornia azurea 26
Eisenbakterien 30
Eiszeitfauna 168
Ellritze 154, **157**
Elodea canadense 25
Encyonema 35
Epeorus 76, **99**, **100**, 160
Ephemera 148
— danica 141, **147**
— vulgata 141, **147**
Ephemeriden **95 ff.**, 133, 147, 168
Ephydatia fluviatilis **71**, 73
— mülleri 71, **72**, **73**
Epithemia turgida 34
Erdsalamander 159
Esolus 130
Essigsäure 22
Eucephala 120 ff., 149
Eulais extendens 94
Eupotamisches Plankton 153
Euryhalin 8
Eurytherm 6

F

Feltria **93**, 163
— armata 76, **93**
— minuta 94
Feltria setigera 94
— zschokkei 94
Filipalpia 106
Fissurella 83
Fixierung 22
Flohkrebs 86
Florideen 38
Flußbarsch 157
Flußneunauge 154, 155
Flußperlmuschel 146
Fontinalis antipyretica 25, **49**, **50**, 57, 68
— — var. gracilis 49, 50
— — fo. latifolia 50
— — — livonica 50
— — — tenuis 50
— — — vulgaris 49, 50
— squamosa 50
Forelle 153, **155 ff.**
Forellenbach 13
Formolkonservierung 21, 22
Fragillaria virescens 33
Frontipoda 95

G

Galium palustre 68
Gallionella ferruginea 31
Gammariden 88
Gammarus fluviatilis 88
— pulex 76, 86
Gebirgsbäche 12
Gerrididen 151
Gerris 152
Glossosiphonia **80**, 160
— complanata 76, **80**
— concolor 81
— paludosa 81
— verrucata 81
Glossosiphonidae 81
Glossosoma 113
— boltoni 76, **112**
Glossosomatinae 109, **112**
Glyzeringelatine 23
Gnaphiscus 95
Gobio gobio 154, **157**
Gobius fluviatilis 164
Goëra 76, **116**, 162
Goërinae 160

Gomphonema 36
— constrictum 34
Gordiidae 141
Gordius aquaticus 141
Gressling 154, **157**
Groppe 154, **158**
Grundel 154, **157**
Gyriniden 151
Gyrinus 151

H

Hadubrandia decipiens 49
Haplotaxiden 142
Haplotaxis gordioides 141, **142**
Helichus 140
Helicopsyche 76, **117**, 165
Helodes 166
Heptagenia 76, **100**, 160
Helminthinae 140
Helminthocladiaceen 41
Helmis 160ff.
— maugei 77, 126, 130, **139**
Helosciadium 70
— nodiflorum 60
Hildenbrandia 49
— rivularis 41
Hirudineen 80
Hjardalia runcinata 94
Hochgebirgsbach 12
Hormogoneae 33
Hottonia palustris 25
Huchen 154
Hydra vulgaris 71, **75**
Hydrachna geographica 94
Hydraena **140**, 163
— gracilis 130, **138**
Hydracarina 90, 91
Hydrobiidae 85
Hydrocharis morsus ranae 26
Hydrometra 151, 152
Hydrophilidae 139
Hydropsyche lepida 76, **115**
Hydropsychiden 115
Hydroptiliden 113, 136
Hydrovolzia 165
Hydrozoen 75
Hydrurus foetidus 36
Hydryphantiden 91
Hygrobatiden 92

I

Ilyocryptus 132
Infusionen 26
Isoëtes lacustris 25
Isogameten 42
Isopoda 133

J

Jod-Jodkali 22
Jonaspis 49

K

Kalkinkrustation 32
Kanadabalsam 23
Karpfen 156
Kaulkopf 158
Kiemenschnecken 84
Kieselgur 36
Kolumbaczermücke 119
Konservierung 21, 22
Koppe 154
Kratzer 19
Kreosot 23
Kulturen 24

L

Lachs 154, **156**
Lampreta 154
Lartetien 145
Latelmis 130, **140**
Laube 154, **157**
Lebertia insignis 95
— papillosa 76, **95**
— porosa **95**
— sparsicapillata 95
— subtilis 76, **95**
Lebertiinae 95
Lemanea fluviatilis 40
— torulosa 40
Lemaneaceen 40
Lemna arrhiza 26
— gibba 26
— minor 26
— trisulca 26

Leptomitaceen 47
Leptomitus lacteus 47
Leuciscus 154, **157**
Leuctra klapaleki 76, **107**
Leukosin 36
Lichenes 48
Limnaea auricularia 83
— ovata 76, **83**, **84**
— peregra 76, **83**
— truncatula 76, **84**, 144, 163
Limnaeiden 83
Limnanthemum nymphacoides 26
Limnius 130, **140**, 163
Limnochares aquaticus 94
Limnokrenen 11, 145
Limnophilus 109, 111
Limnophiliden 118
Liponeura 77, **123**, 160, 162, 164, 165, 168
Liriope contaminata 141, 149
Liriopiden 149
Lithax 76, **116**
Lithoderma fontanum 41 ff.
Lithoglyphus naticoides 141, **144**
Lophopoden 74
Lophopus crystallinus 71, 75
Lucioperca lucioperca 158

M

Macrorhynchus 130
Maifisch 154
Malacopterygier 155
Malacostraka 86
Meerforelle 156
Melosira varians 35, 36
Melusina 160, 164, 165, 168
Mentha aquatica 63
Mermis 141
Mesosaprobien 10
Mesovelia 151, 152
Microchaetaceen 33
Microvelia 152
Mittelgebirgsbach 13
Molge s. Triton
Monactinelliden 71
Myriophyllum proserpinacoides 25
— spicatum 25
— verticillatum 25

N

Nährlösung 26
Nase 154, **157**
Nasturtium 70
— officinalis 63
Navicula tumida 34
— Westii 34
Naucoridae 128
Naucoris 128
Nekton 153
Nelkenöl 23
Nemachilus barbatula 154, **157**
Nematocera 120, 137, 149
Nemura variegata 76, **106**
Neritella fluviatilis 76, **84**
Neritiden 85
Neunaugen 155
Neuroptera 148
Nostocaceen 32
Nuphar luteus 26
Nymphaea alba 26

O

Oberflächenorganismen 4, 150
Oberflächenspannung 4
Odontoceriden 116
Odontocerum albicorne 76, **116**
Oenanthe aquatica 56, 57
— fluviatilis **56**, **57**, 68
Oedogoniales 46
Oedogonium 45
— concatenatum 46
Oligochaeten 143
Oligoneuria 148
— rhenana 76, **101**
Oligosaprobien 10
Oomyceten 47
Orectochilus villosus 150
Orthocladius 126
Oscillatoria 33
Oscillatoriaceen 33
Osmerus eperlanus 154
Ostariophysi 156
Oxus 95
Oxyethira 136
— friči 76, **113**

P

Palingenia longicauda 148
Palingeniiden 101
Palmella 36, 45
Panisus torrenticolus 76, **90**
Parachordodes 142
Paracypridopsis 130, **132**
Paragordius 142
Parniden 140
Parnus 160
Partnunia steinmanni 94
Patella 83
Pelopia melanops 137
Pennatae 33
Perca fluviatilis 157
Perciden 157 ff.
Pericoma 162
— canescens 130, **136**
Perla 160
— abdominalis 76, **106**
— cephalotes 76, **103**
— marginata 76, **106**
Perliden 104, 168
Perlodes microcephala 76, **106**
Petromyzon fluviatilis 154
— marinus 155
— planeri 154
Petromyzoniden 155
Pfrille 154, **157**
Phaeophyceen 42
Philopotamiden 114
Philopotamus 109, **114**
— ludificatus 76, **113**
Phormidium 33
photophil 7
photophob 7
Phoxinus phoxinus 154, **157**
Phycoerythrin 38
Phycomyceten 47
Phylactolaemata 74
Physa fontinalis 129, **130**
Physiden 130
Pionopsis lutescens 94
Pisidium 146
— ovatum 145
— pusillum 141, **145**
Planaria alpina 75, **77**
— gonocephala 75, 77, **79**
— lugubris 80
Planorbis contortus 129, **131**
Plathelminthen 78
Plecoptera 103 ff.
Plectrocnemia 114
Plumatella fungosa 71, **73 ff.**
Podophthalmata 89
Podostemaceen 66
Podostemum ceratophyllum 66
poekilotherm 5
Polycelis 75, 77, **79**
Polycentropiden 114
Polycentropus 114
Polymitarcys virgo 148
Polysaprobien 10
Poriferen 71 ff.
Potamanthus 160
Potamobiidae 89
Potamobius astacus 76, **88**
— leptodactylus 90
— pallipes 90
— torrentium 76, **89**
Potamocypris 130, **132**
Potamogeton 25, 26, **53 ff.**
— densus 25, **54**
— — var. serratus 54
— fluitans **55**, 69
— lucens 55
— — var. longifolius 55
— natans 26, 54, **55**
— — var. ovalifolius 55
— — — prolixus 55
— pectinatus 54
— perfoliatus 55
— — var. gracilis 55
— setaceus 54
Potamophiliden 168
Potamophilus 140
Potamoplankton 15, 152
Potamorites biguttatus 77, **119**
Pricke 154
Prosobranchier 84
Prosopistoma 76, 102, 160
Pseudoneuroptera 96 ff.
Psychodidae 137
psychrophil 6

Ptilocolepus granulatus 130, 136
Pulmonata 82

Q

Quellen 11
Quellmoos 49
Quellrinnsale 12

R

Ranunculus aquatilis 53
— circinatus 53
— divaricatus 25
— flaccidus 53
— flammula 53
— — subsp. reptans fo. submersus 53
— fluitans 50, **51**, 53, 70
— lingua 53
— — fo. submersus 53
— rigidus s. R. circinatus
— stagnalis s. R. circinatus
— trichophyllus s. flaccidus
Raseneisenstein 30
Rechen 18
Regenbogenforelle 153, **156**
Riolus 130, **140**
Rivularia 45
— haematites 31
Rivulariaceen 31
Rizzia fluitans 26
Rheokrenen 12
Rhithrogena 160, 162
— semicolorata 76, **100**
Rhodophyceen 38
Rhodoplax schinzii 41
Rhyacophila **110**, **111**, 113, 160, 164
— vulgaris 76, **108**
Rhyacophiliden **109**, 115, 168
Rhyacophilinen 109
Rhynchobdella 81
Rhynchota 127
Rundmäuler 154, 155

S

Sagittaria sagittifolia **65**, 68
— — fo. vallisneriifolia 66
Sammeln 18
Saprobien 10
Saprolegnia 47
Saprolegniaceen 47
sapropelisch 10
saprophil 10
Saprophyten 10
Saprozoen 10
Salamandra maculosa 159
Salmo fontinalis 153, **156**
— hucho 154
— salar 154, **156**
Salmoniden 155
Salvinia auricularia 26
— natans 26
Schizomyzeten 29
Schizophora 138
Schizophyceen 31, 32
Schlammkulturen 26, 27
Schmerle 154
Scirpus lacustris 64, **65**
Scleroparei 158
Sericostomatiden 117
Setipalpia 104
Sialiden 148
Sialis flavilatera 141, **148**
Silicospongien 71
Silo 76, **116**, 163
Siluridae 156
Simulium 149, 160, 164, 165
— reptans 77, **119**
Siphonales 46
Siphocladiales 46
Sium erectum s. Berula angustifolia
Sparganium simplex 64
Sperchon denticulatus 94
— glandulosus 76, **94**
Sphaeriiden 145
Sphaerium rivicola 141, **146**
Sphaerotilus natans 31
Spirogyra 26
Spongilla lacustris 73
Spongilliden 71, 72
Steinbeißer 154
Steinkrebs 89
Stenelmis 130, **140**
stenohalin 8
Stenophylax 118
— latipennis 77, **118**
stenotherm 6
Stigeoclonium tenue 44

Stint 154
Stratiotes aloides 26
Streber 158
Synedra 34
— ulna 35
Sublimatalkohol 22
Sublimatkonservierung 22

T

Tabellaria fenestrata 35
— flocculosa 34, 35
Taeniopteryx trifasciata 76, **107**
Talbäche 14
Tanytarsus 141, 164
— pentapoda 77, **125**, 137, 150
Teichmuschel 145
Teleostier 155ff.
Telestes (s. Leuciscus) 157
Tendipediden 125, 137
Teutonia 95
thermophil 6
Thermosflasche 21
Thienemanniella nana 137
Thiobakterie 29
Thoracostraca 89
Thorea ramosissima 40
Thremma gallicum 77, **117**
Thymallus thymallus 153, **156**
— vulgaris = Th. thymallus 153, **156**
Torrenticola anomala 94
Totalpräparat 23
Transport 20
Trapa natans 26
Trentepohlia 49
Trichobakterien 30
Trichopteren 108ff.
Tricladen 78
Triops 102
Triton 3
Triton lobatus 4
— palmatus 4
Trutta fario 153
Trutta iridea 153
— trutta 156
Trochospongilla 72
Tubifex tubifex 141, **143**
Tubificiden 143
Turbellaria 78
Tychopotamisches Plankton 153

U

Ubiquisten 167
Uhrschalen 21, 22
Ulothrix zonata 26, **45**
Ulotrichales 42
Umbelliferen 56, 57, 60
Unio margaritiferus 141, **146**
Unioniden 146
Utricularia minor 25
— vulgaris 25

V

Vallisneria spiralis 25
Valvata piscinalis 141
Vaucheria sessilis 47
Velia currens 150, **151**
— rivulorum 152
Veronica anagallis 61, 62
— aquatica **61**, 70
— Beccabunga 62
— elaeomelaena 48
Verrucaria hydrela 48

W

Wasserflorfliegen 148
Welse 156

X

Xylol 23

Z

Zander 158
Zingel 158
Zuchtkasten 24

Author Steinmann, Paul 230466 Biol. S.
Title Praktikum der süsswasserbiologie.
DATE. NAME OF BORROWER.

University of Toronto Library

DO NOT REMOVE THE CARD FROM THIS POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU